

Colecție
RADIO ȘI TELEVIZIUNE
1968

REZISTENȚE

de Măgar Lăcrăș

POTENȚIOMETRE

de Florin Bocu

CONDENSATOARE

de Ion Bocu, Florin Bocu

DISPOZITIVE SEMNALIZATOARE

*de Ilieș Din, Petru Iordache, Constantin
Tăndulescu, Mihai Dănilă, Vasile Tăndulescu*

DIODURI, CAPLĂ, MICROSCHEMURI

de Paul Apărăuș, Emilian Pătruș

IMPRIMĂRI PE APARATURĂ ELECTRONICĂ

de Melincă Cămin

LIPITURI ÎN APARATURĂ ELECTRONICĂ

de Tudor Cămin

**MONTAREA ȘI REGLAREA CĂMINELOR SEMNA-
LIZATOARE**

de Vasile Tăndulescu

MONTAREA ȘI REGLAREA TELECOMUNICAȚIILOR

de Mihai Bocușanu, Mihai Bocușanu

CONSTRUCȚIA RADIO PENTRU ÎNCĂLZIRE

de Vasile Cămin



**LIPITURI
ÎN APARATURĂ
ELECTRONICĂ**

EDITURA TEHNICĂ

Ing. THEODOR COJOCARU

LIPITURI ÎN APARATURA ELECTRONICĂ



EDITURA TEHNICĂ
BUCUREȘTI-1964

Broșura conține principiile de bază ale lipirii, aliaje și fondanți utilizați în procesul lipirii. Se dau indicații de pregătire a pieselor pentru lipire, se descriu utilaje și dispozitive folosite în procesul lipirii, precum și metode de lipire. Se prezintă metode de lipire și adaptări constructive de montaje cu circuite imprimate, operații executate de către reparatorii de aparatură electronică și de către radioamatori. Se are în vedere controlul calității lipiturilor și tehnica securității muncii în procesul lipirii.

Broșura se adresează muncitorilor și tehnicienilor care lucrează în procesul de fabricare, reparare și întreținere a aparaturii electronice, precum și masei largi de radioamatori.

1. BAZELE TEORETICE ALE LIPIRII

Prin operația de lipire — în sensul lucrării de față — se înțelege imbinarea de piese metalice (numite metale de bază) între ele, la cald, cu ajutorul unui metal de adaos (numit aliaj de lipit) în stare topită, având temperatura de topire inferioară celeia a pieselor de lipit care se umezesc dar nu participă prin topire la formarea imbinării.

Imbinarea între elementele metalice se poate face și prin sudură; în timp ce la sudură, însă, are loc procesul de topire a metalelor de bază, lipirea se face numai prin încălzirea acestora.

1. Interacțiunea dintre aliajul de lipit și metalul de bază

În timpul lipirii se petrec o serie de procese fizico-chimice complexe și variate la suprafața de contact a fazei lichide a aliajului de lipit și a metalelor de bază.

În zona de lipire este necesar să se realizeze încălzirea la o temperatură care să asigure topirea aliajului de lipit și curgerea acestuia în spațiul liber dintre suprafețele metalelor ce urmează a fi lipite.

O dată cu aceasta se încălzesc și straturile superficiale ale metalelor de bază.

Atomii din rețeaua cristalină a aliajului topit, care prin încălzire capătă energii mari, intră în contact nemijlocit cu atomii metalelor de bază. Astfel, în interiorul rețelelor cristaline au loc schimbări datorită solubilității reciproce între aliajul topit și metalul pieselor de bază. Se petrece ceea ce în tehnica lipirii se numește umezirea (udarea) metalelor de bază de către aliajul de lipit în stare topită.

Se știe că energia superficială (cea concentrată la suprafața metalului și raportată la unitatea de suprafață), în stare potențială, este mai mare decât energia atomilor din straturile interioare.

Cind forțele de atracție dintre atomii metalului de bază și cei ai aliajului de lipit vor întrece forțele de atracție dintre atomii proprii ai acestuia din urmă, se produce umezirea cu degajare de căldură, deci are loc un schimb de energie liberă a sistemului, și anume o micșorare a acestei energii.

Tensiunile superficiale de la suprafața de separație între metalul solid și cel lichid trebuie să fie cit mai mici, pentru a avea o umezire bună.

Pentru ca forța de atracție dintre atomii aliajului topit și cei ai metalului de bază să fie maximă, este necesar ca în procesul de lipire suprafețele metalelor să fie protejate de oxidarea intensă datorită încălzirii. Pentru aceasta, locul lipirii se acoperă cu un flux decapant care formează o barieră lichidă și gazoasă între piesele ce se lipesc și aerul ambiant și care totodată dizolvă straturile peliculare de oxizi, favorizând curgerea aliajului topit în interstițiile dintre piese. Umplerea interstițiilor depinde de gradul de umezire a metalelor de bază de către aliajul de lipit, de proprietățile capilare ale acestuia din urmă și de starea suprafețelor celor dintii.

Pentru o bună umplere a interstițiilor, aliajul trebuie să se întindă bine pe suprafața metalelor de bază; întinderea aliajului depinde în mică măsură de forța de gravitație (ce tinde să reducă înălțimea picăturii de lichid), în mai mare măsură de existența unei pelicule rezistente de oxizi ce se formează la suprafața topiturii și în special de raportul între valoarea tensiunilor superficiale de la suprafața corpurilor în contact.

O particulă O a aliajului de lipit, situată pe suprafața metalului de lipit, se află sub acțiunea a trei forțe principale:

— F_{ag} — forța de atracție a particulei de lichid de către amestecul ambiant gazos; această forță este de obicei mică și se poate neglija;

— F_{am} — rezultanta forțelor de interacțiune a atomilor aliajului de lipit cu atomii metalului solid, orientată vertical în jos, și

— F_{al} — rezultanta forțelor de interacțiune a particulei O cu alți atomi ai aliajului de lipit, situați în apropierea ei (orientată spre interiorul picăturii lichide) (fig. I.1).

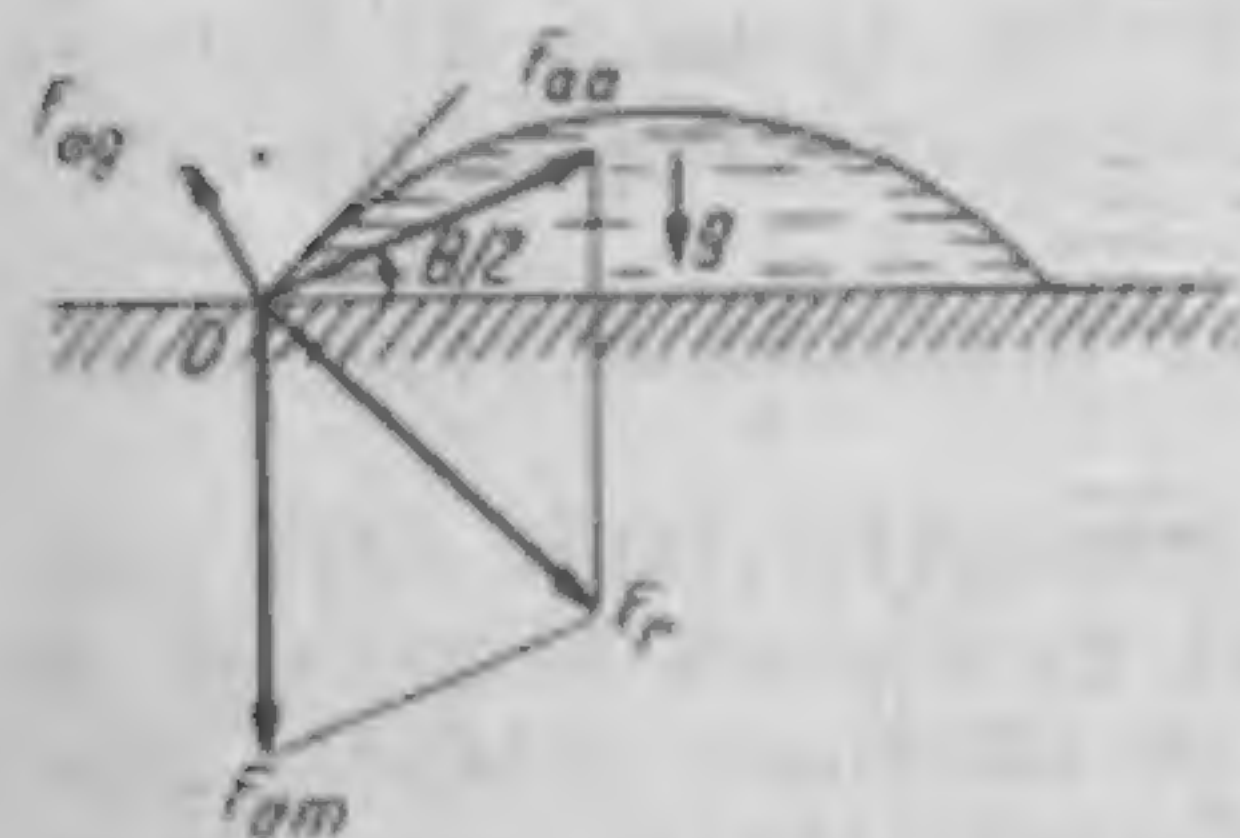


Fig. I.1. Forțele care acționează asupra picăturii de aliaj de lipit pe suprafața metalului de bază.

Vectorul F_{al} împarte în două unghiul sub care picătura lichidă atinge suprafața metalului solid. În funcție de mărimea și direcția celor două vectoare F_{am} și F_{al} , rezultanta F_r poate fi orientată sau spre interiorul corpului solid sau spre interiorul lichidului, sau pe limita de contact dintre ele.

Suprafața picăturii lichide în punctul de aplicare a forței F_r va fi perpendiculară pe direcția acestei forțe.

Tangenta la suprafața picăturii lichide în punctul O și linia de contact corp solid-corp lichid formează unghiul θ ; acest unghi se numește *unghi limită de umezire*, iar mărimea lui arată gradul de umezire a metalului solid de către aliajul topit. Acest unghi va varia în funcție de orientarea vectorului F_r , și umezirea va fi cu atât mai bună, cu cât acest unghi va fi mai mic (v. tabela I.1).

Tabela I.1

Calitatea umezirii în raport cu unghiul limită de umezire

Conturul picăturii de aliaj de lipit	Unghiul limită în grade	Aprecierea calitativă a umezirii
	0°	Umezire totală
	$0-45^\circ$	Umezire bună
	$45-90^\circ$	Umezire slabă
	180°	Umezire lipsește

Mărimea unghiului limită de umezire este direct proporțională cu raportul mărimilor tensiunilor superficiale la limitele de contact între fazele ce intră în interacțiune.

Condiția de echilibru a picăturii pe suprafața metalică, după oprirea procesului de întindere, (dacă vom neglija pentru simplificare influența gravitației), se exprimă prin relația:

$$\sigma_{lg} - \sigma_{sl} - \sigma_{lg} \cos \theta = 0$$

în care: σ_{lg} este tensiunea superficială la limita solid-gaz;

σ_{sl} — tensiunea superficială la limita solid-lichid;

σ_{lg} — tensiunea superficială la limita lichid-gaz.

Din relația de echilibru rezultă, că dacă tensiunea superficială a metalului solid la contactul cu mediul gazos σ_{lg} ,

este egală cu tensiunea superficială a aceluiași metal la contactul cu topitura σ_{sl} , unghiul limită de umezire va fi egal cu 90° , iar vectorul tensiunii superficiale a lichidului la limita cu gazul va fi orientat vertical în sus (fig. 1.2, a).

La $\sigma_{lg} > \sigma_{sl}$, punctul O , sub acțiunea diferenței $\sigma_{lg} - \sigma_{sl}$ (care uneori se mai numește și presiune de întindere), se deplasează spre stînga, unghiul θ se reduce, iar vectorul σ_{lg} se va înclina spre dreapta (fig. 1.2, b).

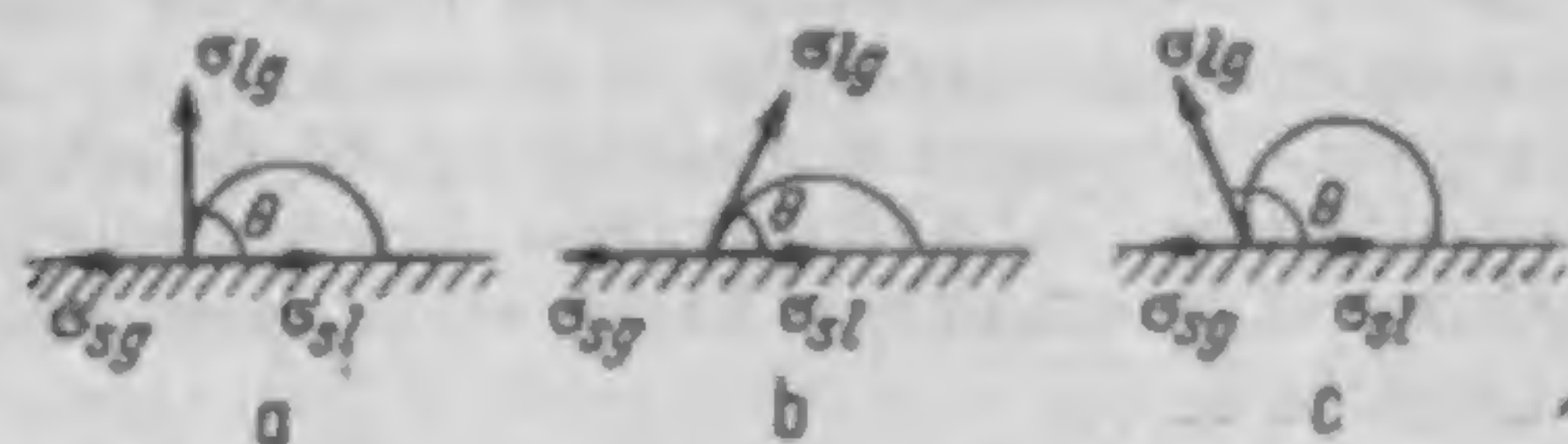


Fig. 1.2. Forme ale picăturii de aliaj lichid pe metalul de bază:

a — pentru $\theta = 90^\circ$; b — pentru $\theta < 90^\circ$; c — pentru $\theta > 90^\circ$

Procesul de reducere a unghiului limită θ va continua atîta timp, pînă cînd rezultanta forțelor în punctul O va deveni egală cu 0, adică

$$\sigma_{lg} = \sigma_{sl} + \sigma_{lg} \cos \theta.$$

Din relația de echilibru se poate obține:

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{lg} - \sigma_{sl}}{\sigma_{lg}}.$$

Mărimea $\cos \theta$ este unitatea de măsură a umezirii.

Cînd unghiul limită $\theta < 90^\circ$, $\cos \theta$ are o valoare pozitivă și topitura umezește bine suprafața metalului; dacă unghiul $\theta > 90^\circ$, deci $\cos \theta$ are o valoare negativă, umezirea este slabă.

Cînd $\theta = 0^\circ$, umezirea este totală, iar cînd $\theta = 180^\circ$ umezirea lipsește complet. Din această cauză mărimea $\cos \theta$ se numește *coeficient de umezire*.

2. Fenomene de capilaritate care se produc în timpul lipirii

Metalul lichid, ca orice lichid care umezește, are proprietăți de capilaritate (capacitatea de a fi aspirat prin țevi subțiri) și astfel el este aspirat în interstițiile dintre piesele ce se lipesc.

În fig. 1.3 se poate vedea, că după cum lichidul udă sau nu materialul din care este executat tubul, nivelul acestuia în tub se află deasupra sau dedesubtul celui din vas.

Cînd suprafața metalului de bază are asperități (rugozități), acestea provoacă fenomenul de capilaritate și favorizează umezirea.

Atît umezirea cît și întinderea variază cu forma acestor rugozități; cînd acestea au forma unor rizuri înguste (canale ce se intersectează), ele favorizează capilaritatea și deci atît întinderea cît și umezirea; cînd însă rugozitățile sînt largi, umezirea este limitată.

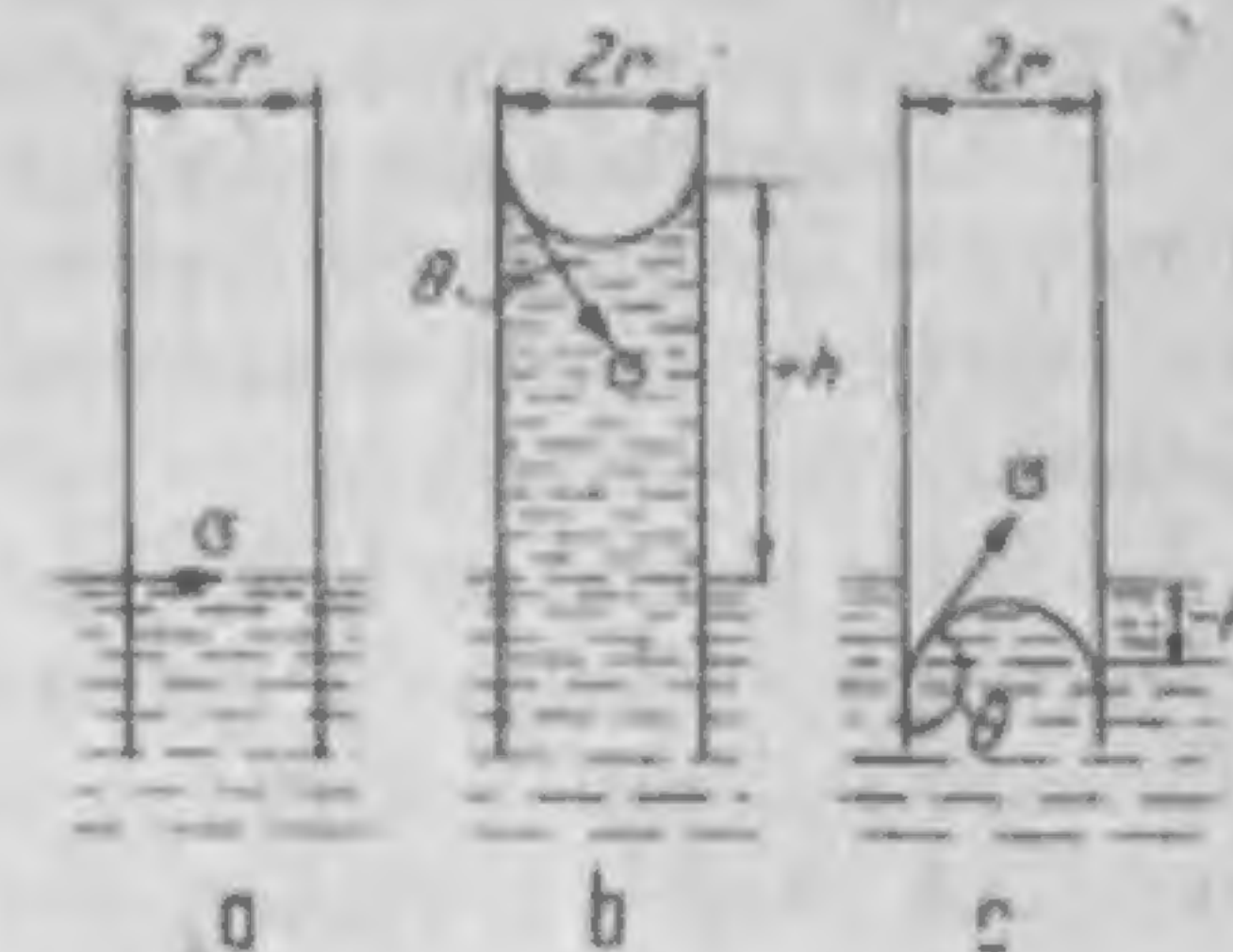


Fig. 1.3. Nivelul lichidelor în tuburi capilare:

a — pentru $\theta = 90^\circ$; b — pentru $\theta < 90^\circ$; c — pentru $\theta > 90^\circ$.

3. Structura îmbinării lipite

Procesul de lipire a două piese metalice are loc în general în următoarele etape:

- încălzirea metalelor de bază pînă la temperatura din apropierea celei de topire a aliajului pentru lipit;
- topirea aliajului de lipit;
- umezirea și întinderea aliajului de lipit în stare lichidă pe suprafața metalelor de bază și umplerea interstițiilor;
- dizolvarea metalului de bază în zona lipiturii în aliajul pentru lipit aflat în stare lichidă și difuziunea reciprocă a metalelor;
- răcirea și solidificarea aliajului de lipit, la care se disting de asemenea trei subetape: de la temperatura de lipire pînă la temperatura de topire a aliajului de lipit; de la temperatura de topire a aliajului de lipit pînă la temperatura de solidificare; de la temperatura de solidificare pînă la cea ambiantă.

Aceste etape se suprapun și sînt însoțite de o reacție mai complexă, în care ies în evidență următoarele procese mai importante:

- metalul de bază se dizolvă în aliajul de lipit în stare topită pînă la saturația acestuia din urmă, formînd o soluție

care în faza de cristalizare se descompune (are loc așa-numita histereză capilară); la temperatura de lipire se formează o combinație chimică între elementele ce intră în contact; la răcirea aliajului de lipit care începe de obicei de la metalul de bază, începe cristalizarea combinațiilor greu fuzibile care se precipită la limita dintre aliajul de lipit și metalul de bază;

— elementele care compun aliajul pentru lipit difuzează în metalul de bază, cu care ocazie se obține o soluție solidă în stratul superficial al metalului de bază (are loc așa-numita histereză moleculară);

— între aliajul de lipit și metalul de bază are loc o reacție cu formare de compuși chimici, la limita de separație, care dăunează lipiturii, scăzându-i rezistența. De aci se trage concluzia, că pentru a realiza o îmbinare rezistentă trebuie ca lipirea să se execute repede și la temperatura minimă de topire a aliajului de lipit.

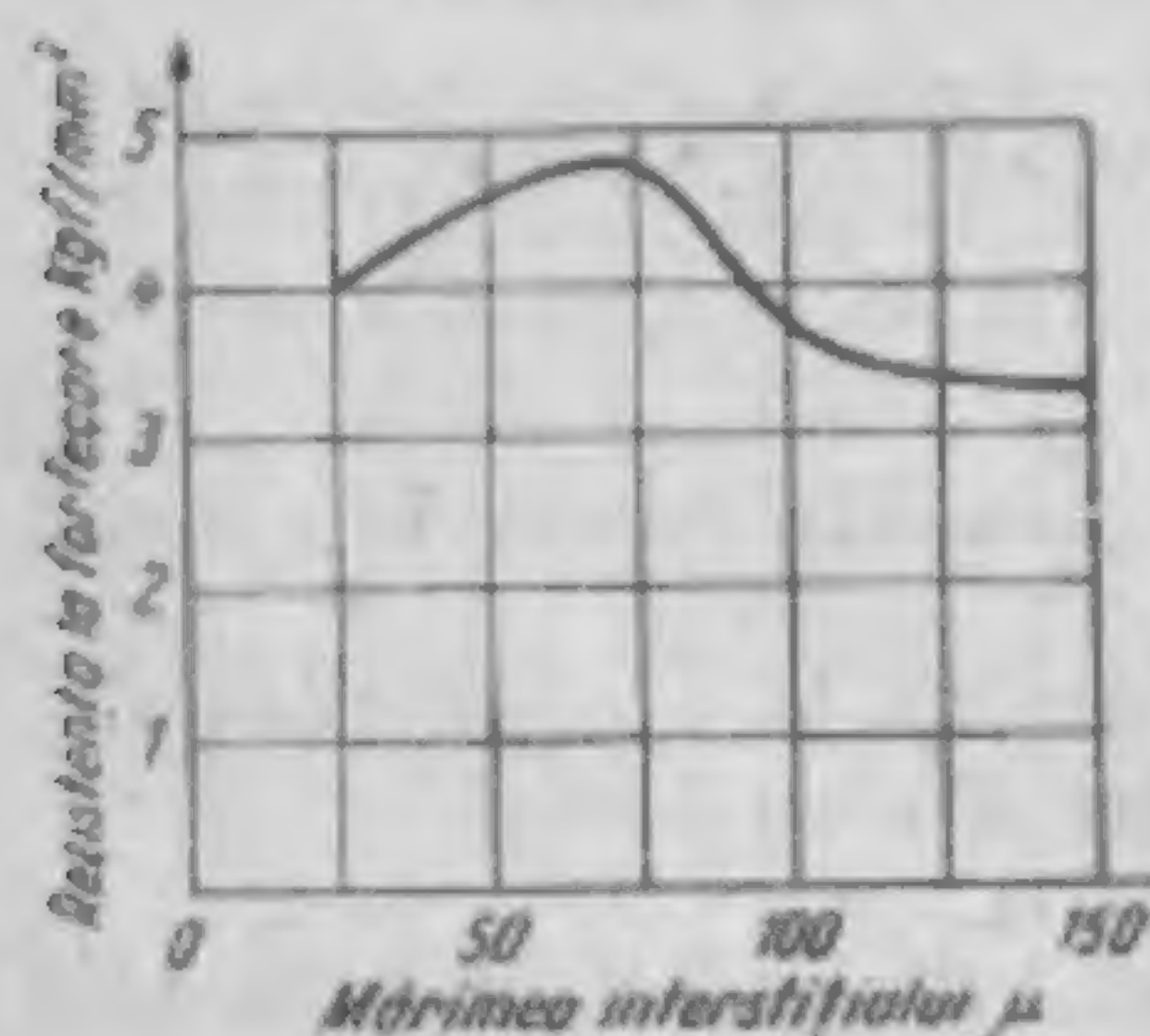


Fig. I.4. Variația rezistenței la forfecare a lipiturilor moi cu aliaj Sn-Pb în funcție de mărimea interstițiului.

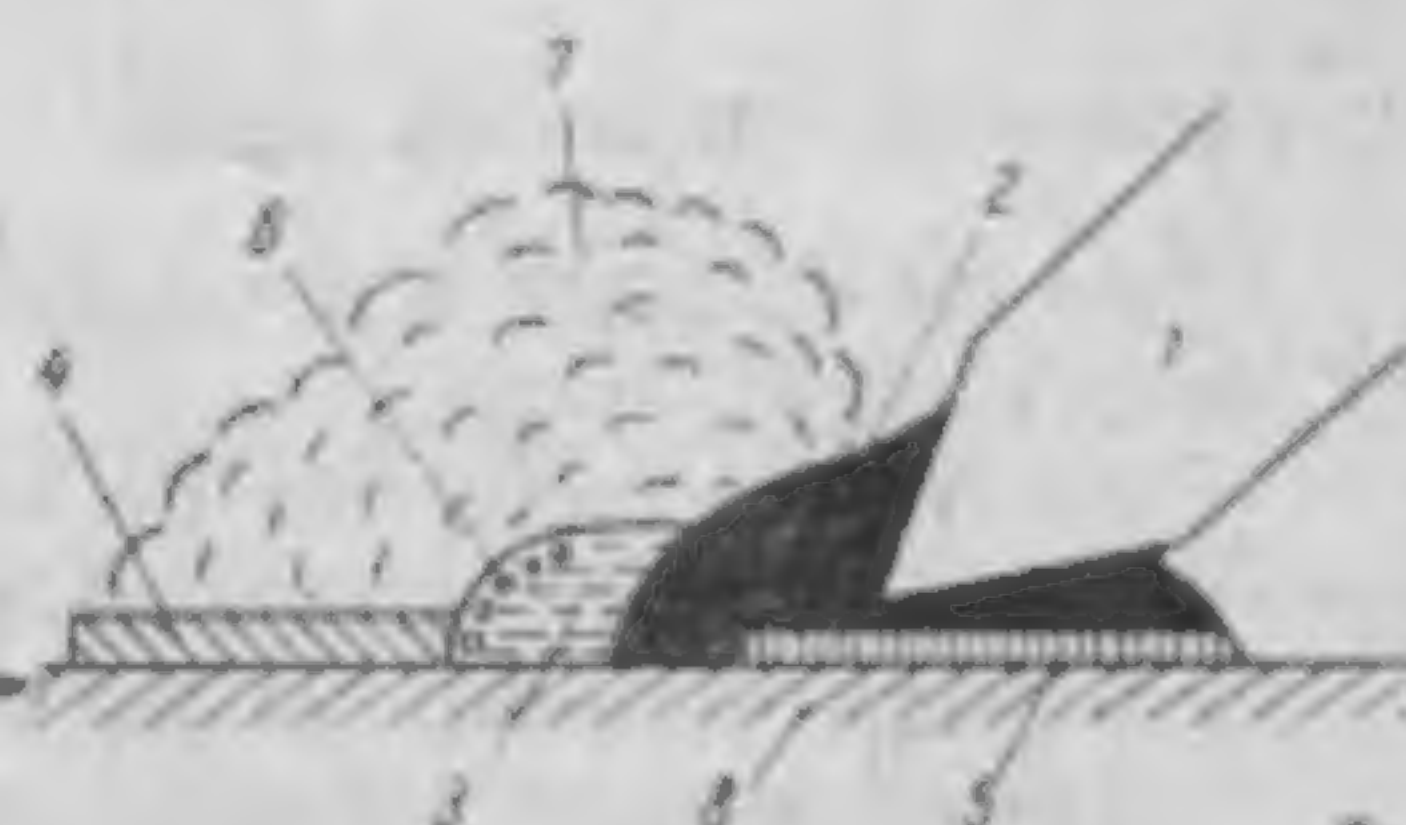


Fig. I.5. Procesul de lipire:

1 — cloacanul de lipit; 2 — aliajul de lipit;
3 — fondant; 4 — stratul superficial de oxid;
5 — aliaj de lipit în fuziune cu metalul de bază;
6 — oxid topit; 7 — fondant gazos;
8 — metalul de bază.

Cercetări recente au stabilit că pentru o îmbinare rezistentă prin lipire este necesar ca metalele să fie apropiate până la distanța la care intră în acțiune forțe intermoleculare. Dat fiind însă că fluiditatea aliajului de lipit este limitată, reducerea exagerată a interstițiului conduce la îngreunarea pătrunderii aliajului de lipit, în el rezultă goluri care micșorează rezistența, înrăutățesc etanșeitatea și reduc conductivitatea electrică.

În urma cercetărilor s-au stabilit valori optime ale interstițiului, corespunzătoare rezistenței mecanice maxime a lipiturilor moi, limitele de 70—80 μ (fig. I. 4).

Concluzia ce se trage din procesele enumerate, este că, mecanismul lor este determinat de compoziția aliajului de lipit și a metalului de bază, de durata procesului de lipire și de raportul temperaturilor de topire și, mai ales, de tipul diagramei de echilibru a sistemului elementelor ce intră în compoziția aliajului de lipit și a metalului de bază care, în cele din urmă, determină structura lipirii. Schema unui proces de lipire se arată în fig. I.5.

II. ALIAJE FOLOSITE PENTRU LIPIRE ÎN MONTAJELE RADIOELECTRONICE

În tehnica radioelectronică, unde procesele tehnologice au un pronunțat caracter specific și unde se lucrează cu o mare varietate de piese cu permanentă tendință de miniaturizare, lipiturile au drept scop să pună în contact elementele metalice constructive, de o mare diversitate, menținând nealterate proprietățile acestora de rezistență mecanică la rupere, forfecare, alungire, conductivitate electrică și termică, rezistență la coroziune etc.

1. Condițiile ce trebuie să îndeplinească un aliaj de lipit

Tehnica ne pune la dispoziție o gamă bogată de aliaje de lipit pentru executarea lipiturilor.

Experiența câpătată în producție și în exploatare, demonstrează că aliajul de lipit trebuie să îndeplinească două categorii de condiții:

- condiții tehnologice;
- condiții de siguranță în exploatare.

În procesul tehnologic de lipire, aliajului de lipit i se cere:

- temperatura de lipire să fie inferioară cu cel puțin 30—50° C temperaturilor de topire ale metalelor de bază;
- umezirea și întinderea să aibă valori cât mai mari;
- fluiditate ridicată la temperatura de topire;
- plasticitate mare;

- coeficienți de dilatare liniară aproximativ egali cu cei ai metalelor de bază;
- preț de cost scăzut;
- rezistență mecanică la rupere, forfecare, alungire și fluaj;
- stabilitate structurală;
- să nu degaje gaze toxice și să nu exercite acțiuni chimice asupra metalelor care se lipesc.

În cadrul siguranței în exploatare, aliajul de lipit trebuie să asigure :

- conductivitate electrică cît mai mare;
- conductivitate termică bună;
- rezistență la coroziune a îmbinării cît mai mare;
- rezistență de rupere la oboseală mare;
- stabilitate din punct de vedere structural.

La alegerea corectă a aliajului de lipit se va ține seamă, de asemenea, de :

- caracteristicile metalelor de bază ce urmează a fi lipite;
- procedeul de lipire.

2. Clasificarea aliajelor de lipit, caracteristici, proprietăți

După criteriul tehnologic, aliajele de lipit se impart în :

- aliaje ușor fuzibile, cele care au o temperatură de topire sub 450°C (cele cu bază de Sn, Pb, Cd, Bi, Zn);
- aliaje greu fuzibile, cele care au o temperatură de topire peste 450°C (cele cu bază de Cu, Ag, Al, Ni, Mg).

Staniul (Sn) sau cositorul, în stare pură este un metal cu structură cristalină, de culoare albă argintie, cu o nuanță albastră, avînd o mare rezistență la coroziune. Este plastic și maleabil (se laminează în foi subțiri de $0,0025\text{ mm}$). Se găsește în natură sub formă de oxizi.

Sub acțiunea oxigenului și a umidității aerului, Sn se oxidează puțin și are o mare stabilitate față de acizii organici. Ținut vreme îndelungată la temperaturi joase (-30°C), Sn se descompune, formînd o pulbere cenușie; acest fenomen

se numește „boala staniului” (fig. 11.1); Sn devine fragil și se poate ajunge la găurirea din loc în loc a obiectelor făcute din el.

Pulberea astfel rezultată poate servi ca mijloc de însămînțare a boabei pe părțile neatacate (necontaminate) în tocmai ca în cazul microbiilor. Impuritățile exercită o influență diferită asupra acestui proces. Unele metale, ca Al sau Zn, grăbesc puternic transformarea, altele, ca : Pb, Bi și Sb o încetinesc și, în sfîrșit, unele adaosuri nu au o acțiune clar conturată. S-a verificat că prezența în Sn a 1% Pb sau 0,3%—0,5% Bi sau 0,5% Sb înlătură aproape total pericolul acestei transformări. Acest fenomen de transformare în pulbere a Sn mai este numit și „ciuma staniului” și poate aduce neajunsuri serioase lipiturilor cu cositor în montajele radioelectronice, scurtîndu-le viața și micșorînd astfel siguranța în funcționare a aparaturii.

Plumbul (Pb) este un metal de culoare albastră cenușie, lucios imediat după tăiere; este moale și ductil, cu mică rezistență la rupere; rezistă la coroziune. În aer, Pb se acoperă cu un strat de oxid protector. Pb în stare lichidă dizolvă bine alte metale.

Combinat cu alte elemente, Pb dă produse otrăvitoare. În natură se găsește sub formă de galenă (sulfură de plumb).

Stibiul (Sb) sau antimoniul este un metal lucios, de culoare argintie; este fragil, sfărîmicios; în aer la temperatura obișnuită nu se oxidează.

Cadmiul (Cd) este un metal de culoare albă-argintie, cu o nuanță albastrie; este moale, maleabil și ușor fuzibil.

Bismutul (Bi) este un metal de culoare argintie-cenușie, lucios, cu nuanță roșietică; este sfărîmicios; este foarte bun conducător de căldură.

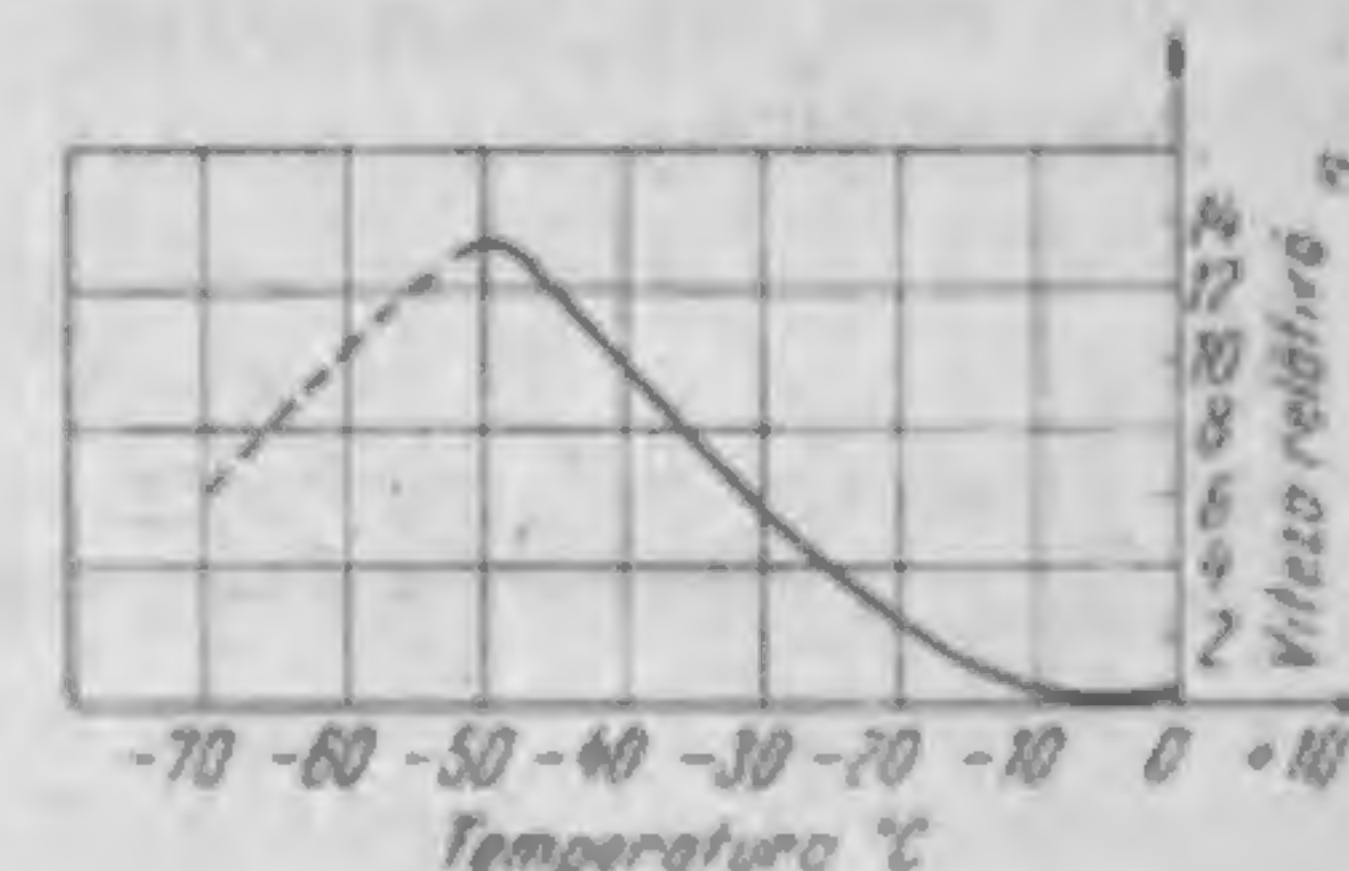


Fig. 11.1. Viteza relativă de transformare a Sn alb în cenușiu în funcție de temperatură.

Zincul (Zn) este un metal de culoare albastră-cenușie, cu luciu metalic. La temperatura obișnuită este casant, la 100—150°C devine maleabil și se poate lamina; în aer se oxidează. În aer umed se acoperă cu un strat de oxid protector.

În tabela II.1 sînt prezentate proprietățile metalelor ce concură mai des la realizarea aliajelor de lipit folosite în radioelectronică.

Tabela II.1

Proprietățile fizico-chimice ale Sn și Pb

Nr. crt.	Proprietăți	Sn	Pb	Observații
1	Număr atomic	50	82	
2	Greutate atomică	118,7	207,21	
3	Greutate specifică (kgf/dm ³) la 15°	7,285	11,34	
4	Temperatura de topire, °C	232	327,4	
5	Căldura de topire, cal/gf	14,4	5,86	
6	Temperatura de fierbere, °C	2 362	1 740	
7	Căldura specifică medie, (cal/gf°C) la 18°C	0,0548	0,0299	
8	Coeficientul de dilatare liniară pentru 1°C	21,4 10 ⁻⁶	29,1 10 ⁻⁶	la 20°C
9	Conductivitatea termică cal/cm·s·grad	0,1575	0,089	la 25°C
10	Contractia la cristalizare, %	2,8	3,5	
11	Duritatea Brinell, kgf/mm ²	5,0	4,0	
12	Rezistența la rupere, kgf/mm ²	2	1,8	Pentru Sn turnat
13	Alungirea, %	55	50	Pentru Sn turnat
14	Tensiunea superficială, dyn/cm	530	450	
15	Rezistivitatea μΩ/cm	12,853		la 20°C
16	Conductivitatea electrică, % în raport cu a Cu	13,9	7,9	
17	Fluiditatea, cm	125	134	

În montajele radio se folosesc ca aliaje de lipit pentru lipituri moi numai cele din grupa ușor fuzibile; aceste aliaje se reduc în esență la cele pe bază de Sn-Pb; Sn-Pb-Cd; Sn-Zn-Al; Sn-Pb-Bi; Sn-Pb-Sb.

În tabela II.2 se indică compoziția chimică și temperatura de topire a aliajelor moi folosite în tehnica lipiturilor.

Tabela II.2

Aliaje moi pentru lipire

Aliajul	Compoziția chimică, %								Temperatura de topire, °C
	Sn	Pb	Cd	Zn	Ag	In	Sb	Cu	
Sn-Pb-Cd-Zn ₂	rest	29	17	2	—	—	—	—	139
Sn-Pb-Cd-Ag	rest	30	17	—	1	—	—	—	140
Sn-Pb-Cd	rest	34	18	—	—	—	—	—	145
Sn-Cd-Zn	rest	—	31	2,5	—	—	—	—	164
Sn-Pb-In	rest	37,5	—	—	5	25	—	—	175
Sn-Cd-Ag	rest	—	30	—	5	—	—	—	176
Sn-Cd	rest	—	32	—	—	—	—	—	177
Sn-Pb-Ag	rest	36,5	—	—	4	—	—	—	177
Sn-Pb-Zn	rest	24	—	5	—	—	—	—	178
Sn-Pb-Cd-Zn ₇	rest	30	18,5	7,5	—	—	—	—	180
Pb-In ₅₀	—	50	—	—	—	50	—	—	182
Sn-Pb ₃₈	rest	38	—	—	—	—	—	—	184
Sn-Pb ₄₀	rest	40	—	—	—	—	—	—	190
Sn-Zn	rest	—	—	9	—	—	—	—	199
Sn-Zn-Ag	rest	—	—	8	2	—	—	—	200
Sn-Pb ₅₀	rest	50	—	—	—	—	—	—	216
Sn-Ag ₃	rest	—	—	—	3,5	—	—	—	221
Sn-Cd-Zn	rest	—	15	20	—	—	—	—	225
Pb-In	—	75	—	—	—	25	—	—	231
Pb-Sn-Sb ₂	40	58	—	—	—	—	2	—	231
Sn	99,9	—	—	—	—	—	—	—	232
Pb-Sn ₄₀	40	60	—	—	—	—	—	—	232
Sn-Sb	95	—	—	—	—	—	5	—	238
Sn-Ag ₅	95	—	—	—	5	—	—	—	240
Pb-Sn ₂₅	29	75	—	—	—	—	—	—	266
Cd-Zn	—	—	82,6	11,4	—	—	—	—	267
Pb-Sn-Sb ₁	20	79	—	—	—	—	1	—	270
Cd-Zn ₁₂	—	—	88	12	—	—	—	—	280
Sn-Ag ₁₀	90	—	—	—	10	—	—	—	300
Pb-Ag ₂	—	97,5	—	—	2,5	—	—	—	305
Cd-Zn-Ag	—	—	86	8	6	—	—	—	310
Pb-In ₅	—	95	—	—	—	5	—	—	314
Pb-Ag ₅	—	95	—	—	5	—	—	—	380
Sn-Ag-Cu-Zn	75	—	—	2	20	—	—	3	400

Aliajele pe bază de Sn-Pb pot conține adaosuri de Cd, Bi, Ag, Sb care se introduc pentru a obține unele proprietăți speciale: Astfel, Ag și Sb măresc, iar Bi și Cd micșorează temperatura de topire și solidificare.

Ag mărește rezistența la îmbătrânire, și lipitura rezistă mai bine la coroziune și la solicitări mecanice.

Sb, deși îmbunătățește rezistența aliajelor de lipit, le face însă mai fragile și înrăutățește întinderea pe Cu.

Pentru o mai ușoară alegere a celor mai potrivite aliaje de lipit în raport cu natura și calitățile lipiturii, cu procesul de lipire și piesele ce se lipesc, vom analiza sumar diagramele de echilibru de tip eutectic ale acestora.

3. Aliaje de lipit pe bază de Sn-Pb

În fig. II.2, a se prezintă diagrama de echilibru a sistemului binar Sn-Pb.

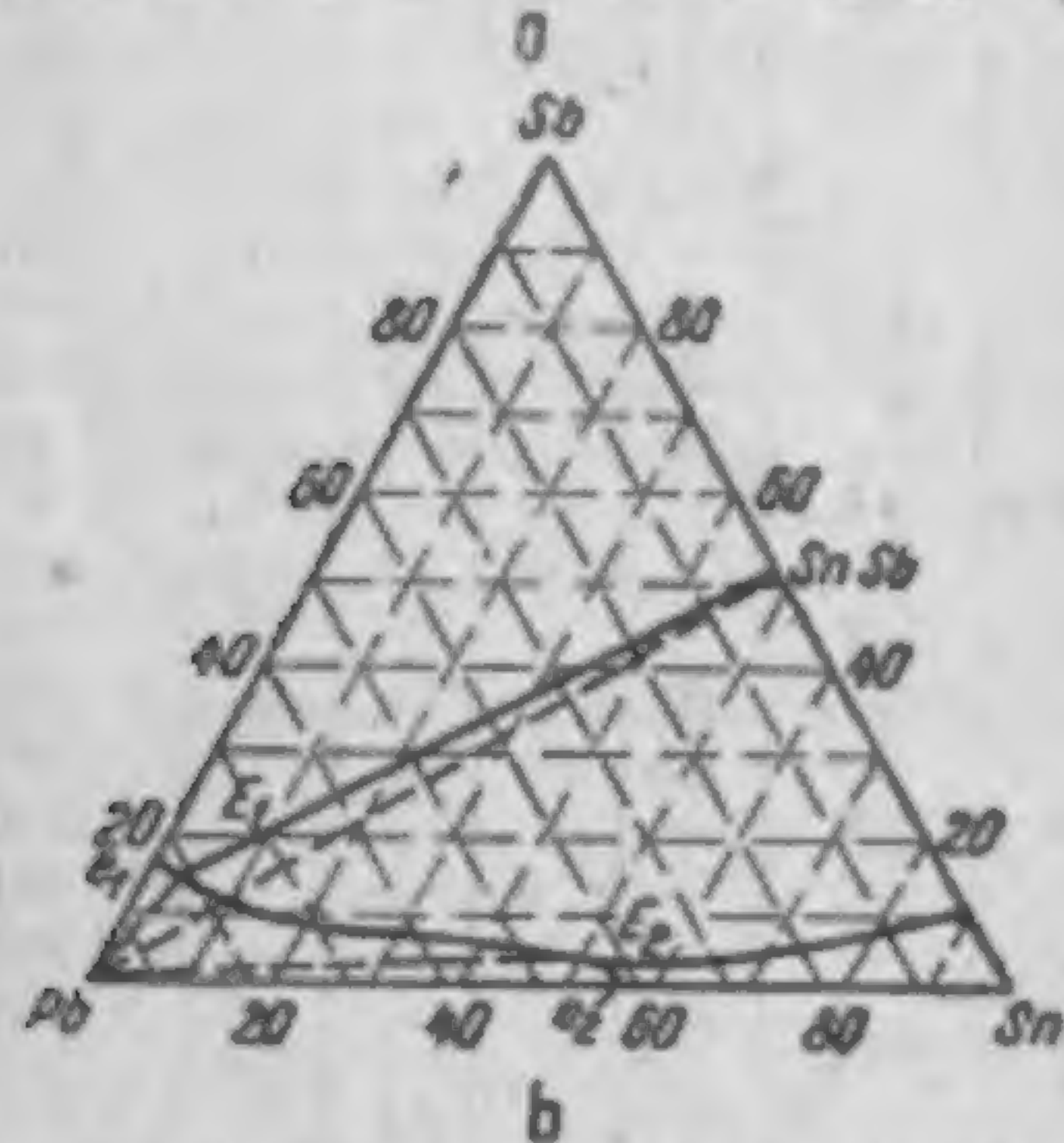
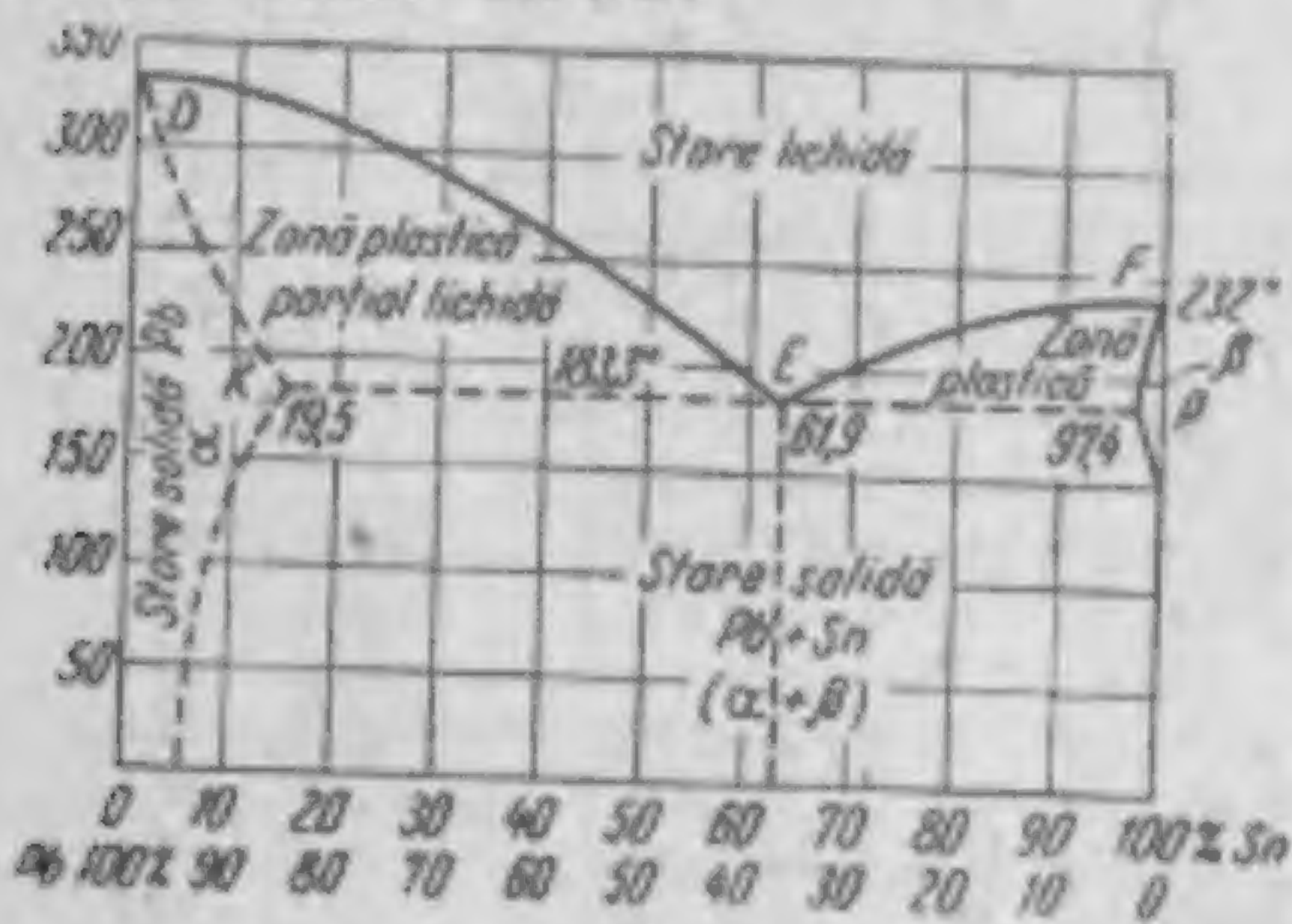


Fig. II.2. Diagrame de echilibru ale aliajelor:
a — aliaj Sn-Pb; b — aliaj Sn-Pb-Sb.

Jul eutectic cu 61,9% Sn și 38,1% Pb, care se topește la 183,3°C și care corespunde aliajului LP.60 prevăzut în STAS 96-49

Sînt mai multe tipuri de aliaje de lipit Sn-Pb care au proprietăți diferite în funcție de conținutul procentual al celor două metale. În stare lichidă Pb și Sn se dizolvă complet unul în altul.

Urmărind diagrama de echilibru la temperatura eutectică, constatăm că în Pb solid se dizolvă aproximativ 19,5% Sn, solubilitatea acestuia în Pb scăzînd cu scăderea temperaturii.

La aceeași temperatură, Pb se dizolvă în Sn, dar numai aproximativ 2,5%.

Urmărind mai departe diagrama, dăm de cel mai folosit aliaj în lipiturile montajelor radioelectronice, aliajul eutectic cu 61,9% Sn și 38,1% Pb, care se topește la 183,3°C și care corespunde aliajului LP.60 prevăzut în STAS 96-49

(pet. E pe diagramă). Acesta este așa-numitul „cositor pentru lipit” conexiunile, bornele de ieșire, diferitele piese, subansambluri și ansambluri pe cablaj clasic sau cu circuite imprimate.

Adăugînd în Pb cantități mici de Sn se obțin aliaje care se topesc la diferite temperaturi; temperatura de început de topire a acestui aliaj (linia solidus) variază brusc de la 327 la 183,3°C, cînd conținutul de Sn este 19,5%.

În domeniul cuprins între 19,5% și 97,4% Sn, aliajul se topește la aceeași temperatură de 183,3°C.

Temperatura de început de topire a aliajelor crește pînă la 232°C cînd conținutul de Sn crește peste 97,4%.

Linia D, E, F de pe diagramă corespunde începutului iar D, K, E, P sfîrșitului solidificării. În intervalul temperaturilor cuprinse între liniile D, E, F și D, K, E, P aliajele se află în stare de pastă, ceea ce ajută să se întindă mai ușor pe suprafața de lipit și să pătrundă în interstiții.

Calitățile tehnologice și în exploatare ale aliajului pe bază de Sn-Pb, precum și ale lipiturilor efectuate cu el, se arată în tabelele II.3, II.4.

Comportarea aliajelor din sistemul Sn-Pb la diverse temperaturi se arată în fig. II.3.

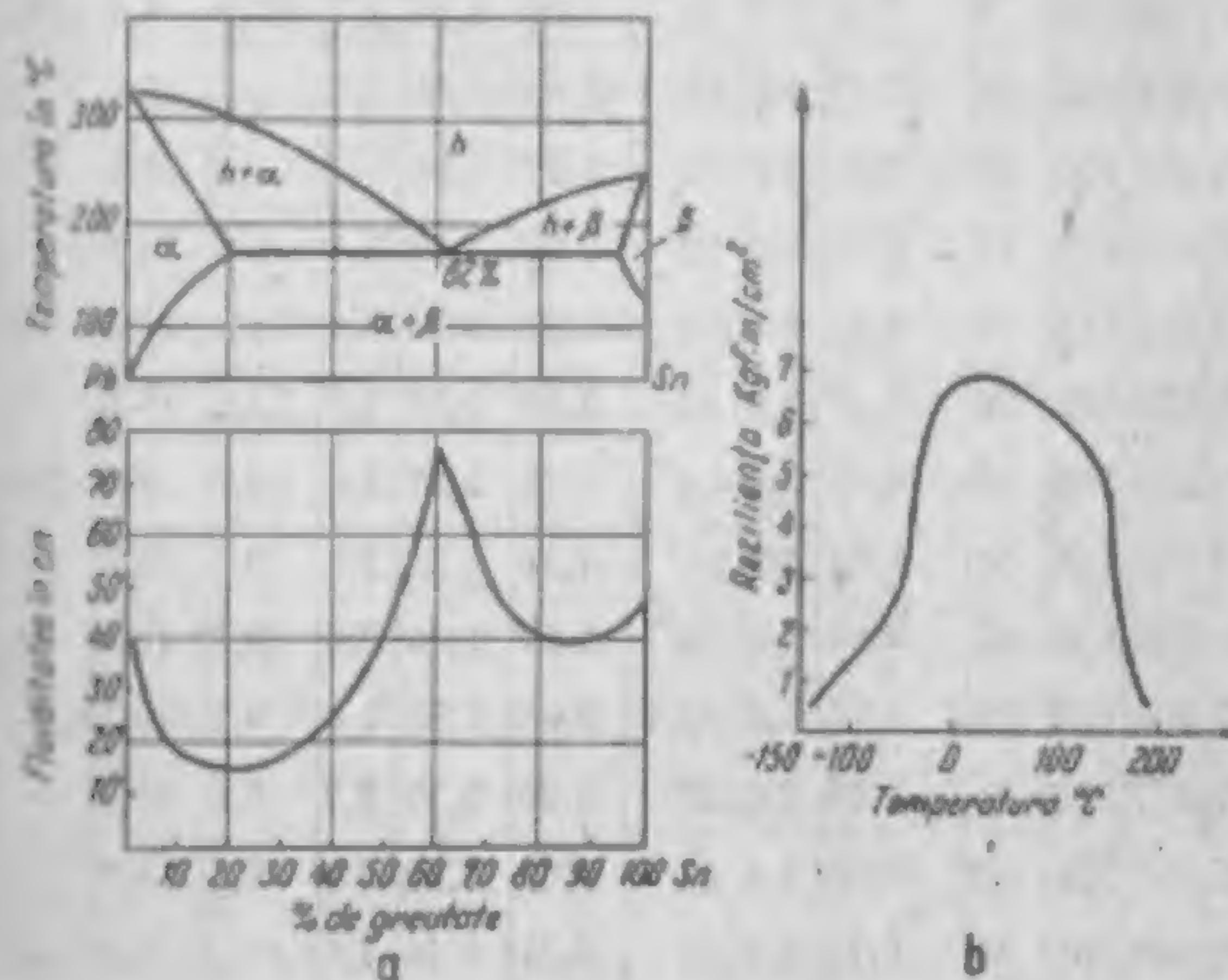


Fig. II.3. Comportarea aliajelor din sistemul Sn-Pb la diverse temperaturi:

a — fluiditatea; b — reziliența.

Proprietățile aliajelor pentru lipit cu bază de Sn și Pb

Compoziția chimică, %		Temperatura de topire completă (lichidus), °C		Temperatura de început de topire (solidus), °C		Intervalele de solidificare, °C		Greutatea specifică, kgf/dm³		Rezistența la tracțiune, kgf/mm²		Alungirea, %		Reziliența, kgf/cm²		Rezistența la forfecare, kgf/mm²		Elasticitatea la compresune, kgf/mm²		Conductivitatea termică, % față de Cu		Duritatea Brinell, kgf/mm²		Conductivitatea electrică, % față de Cu		Fluiditatea, cm	
Pb	Sn																										
0	100	232	232	0	7,31	1,9	43	5,29	2,19	1,7	13,9	6,2	13,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
10	90	222	183	39	7,57	4,3	25	1,85	2,70	3,5	—	13,0	—	135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	135	
20	80	208	183	25	7,87	4,5	22	1,37	5,01	—	—	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	75	196	183	13	8,02	4,4	22	2,23	4,13	3,8	—	14,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
38	62	183	183	0	8,35	4,1	34	2,75	4,34	3,6	11,9	10,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
50	50	222	183	26	8,87	3,6	32	4,59	3,54	2,9	11,0	15,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
60	40	235	183	52	9,31	3,2	64	4,75	3,67	2,8	10,2	12,6	10,2	91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	91	
67	33	250	183	67	9,61	3,2	66	4,36	3,35	2,7	9,7	15,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
70	30	256	183	73	9,69	3,3	58	4,67	2,90	2,8	9,5	10,1	9,5	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	63	
75	25	265	183	82	9,94	2,8	52,1	3,68	2,85	2,6	9,1	10,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
80	20	277	183	94	10,23	2,8	67	3,86	2,52	2,3	8,6	10,5	—	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60	
85	15	287	225	62	10,36	2,4	41	3,60	2,52	2,6	8,3	9,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
90	10	299	265	34	10,75	3,2	21	2,51	2,46	1,6	—	8,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
95	5	314	300	14	11,03	2,5	32	3,39	2,35	1,7	—	9,7	—	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	
100	0	327	327	0	11,37	1,1	45	2,11	1,27	0,2	7,9	3,3	7,9	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	134	

Rezistența cusăturii la întindere, kgf/mm²

Metalele de bază și felul îmbinării	Aliajul de lipit					
	Sn	Sn ₄₀ -Pb ₆₀	Sn ₃₀ -Pb ₇₀	Sn ₂₅ -Pb ₇₅	Sn ₁₅ -Pb ₈₅	Pb
Alamă prin suprapunere	4,5	4,6	2,8	3,3	3,0	2,0
Alamă cap la cap	5,9	8,0	8,8	9,7	7,7	2,6
Capru prin suprapunere	4,6	3,7	2,7	3,1	2,4	1,9
Capru cap la cap	9,0	7,8	9,1	9,0	—	3,6
Oțel prin suprapunere	3,8	6,1	5,0	5,1	4,9	1,4
Oțel cap la cap	7,9	10,0	11,0	10,5	10,3	7,9
Tablă zincată prin suprapunere	5,1	4,7	4,2	4,3	2,6	1,7
Tablă galvanizată prin suprapunere	—	4,8	3,7	3,8	3,2	—
Tablă cositorită prin suprapunere	—	4,9	3,6	4,6	4,5	—

Rezistența mecanică a lipiturilor se menține într-un anumit interval de temperaturi: la creșterea și la scăderea temperaturii proprietățile mecanice se înrăutățesc. Astfel, la temperaturi scăzute (între -25 și -70°C) se observă o scădere puternică a rezilienței aliajelor de lipit Sn-Pb. Micșorarea rezilienței se petrece în mod lent la creșterea temperaturii până la 100°C și apoi repede după 100°C .

3. Aliaje de lipit cu consum redus de Sn și adaosuri din alte metale

Pentru reducerea consumului de Sn, care este un metal scump, se folosesc diverse rețete de aliaje, care deși au un conținut redus de Sn, au totuși proprietăți apropiate celor cu conținut normal din acest metal. Când procentul de Sn este mic, lipitura este mai fragilă și mai puțin rezistentă, iar temperatura de topire ridicată complică procesul tehnologic. Neajunsul acestor aliaje este și acela că au un interval larg al temperaturii de cristalizare (până la 100°C față de $10-12^{\circ}\text{C}$ când procentul de Sn este 50%). Mărind mult durata răcirii îmbinării, în care timp piesele ce se lipesc trebuie să rămână imobile, crește durata lipirii.

În tabela 11.5 se prezintă proprietățile aliajelor cu conținut redus de Sn sau fără Sn.

Tabela 11.5

Proprietățile aliajelor cu conținut redus de Sn

Compoziția chimică					Temperatura de topire °C	Rezist. la rupere pentru lipirea Au kgf/mm ²	
Pb	Sn	Sb	Zn	Altele		Cap la cap	Cu acoperire
78	15	7	—	—	231	8,4	1,8
83	7	10	—	—	243	7,5	1,7
89	1	7	—	—	23	7,6	1,9
98,9	—	—	1	Na 0,1	234	—	1,8
98,5	—	—	1	Cd 0,5	332	6,7	1,7
98,5	—	—	1	Mn 0,5	335	—	1,8
90	3—4	5—6	—	—	245—265	7,7	3,0

În condițiile actuale ale folosirii pe scară largă a dispozitivelor semiconductoare în radioelectronică, și în tendința de a obține performanțe electrice și de siguranță în funcționare din ce în ce mai ridicate prin asamblarea pieselor miniatură, se pune problema folosirii unor aliaje de lipit cu proprietăți deosebite. Aceste aliaje se obțin plecând de la metale pure și alierele acestora, în condiții tehnologice dificile ca topirea sub vid, cu curenți de înaltă frecvență și răcire în condiții speciale de protecție și securitate; este ceea ce literatura denumește *aliaje cu puritate electronică*.

Gama aliajelor cu bază Sn-Pb folosite pentru lipituri în radiotehnică cuprinde deci aliaje de la Sn₉₀-Pb₁₀ până la Sn₁₀-Pb₉₀ cu adăsurii de Sb (1—1,5%), Ag (0,8—1,2%) când conductivitatea electrică crește, sau fără adăsurii și cu un procent minim de impurități (până la 0,002%).

În literatura de specialitate și în normele GOST se recomandă adăugarea unor cantități mici de Sb în aliajul Sn-Pb pentru folosirea acestuia în radiotehnică. Un procent de 7% Sb coboară temperatura de topire a aliajului, îmbunătățește procesul tehnologic de lipire, putându-se folosi cu ușurință ciorcanul de lipit; dacă Sb nu intră în aliaj, rezistența lipiturii crește. Ultimele cercetări au dovedit că Sb face să scadă capacitatea de umezire a aliajului.

Natura modificării proprietăților fizice și mecanice citate mai sus depinde de cantitatea de Sb din aliaj și se poate vedea din tabela 11.6 și în fig. 11.2, b. În străinătate se folosesc aliaje cu un conținut de Sb care variază între 0,12 și 1,8% de Sn care variază între 5 și 70%, restul Pb, cum se vede din tabela 11.7.

Tabela 11.6

Proprietățile fizice și mecanice ale aliajului pe bază de Sn (4%) și Pb cu conținut de Sb

	Conținut de Sb, %					
	0	1	3	4	5	10
Temperatura de topire	231	234	243	245	247	265
Rezist. la rupere	8,4	7,5	7,6	7,7	7,8	3,0
Coef. de dilatare	1,8	1,7	1,9	1,8	1,7	1,8
Coef. de contracție	1,8	1,7	1,9	1,8	1,7	1,8
Coef. de difuziune	1,8	1,7	1,9	1,8	1,7	1,8

Tabela 11.7

Aliaje de lipit cu Sn și Pb utilizate în S.U.A. (după A.S.T.M. - 1963)

Aliaj	Conținutul elementelor, %		Greutatea specifică kgf/dm ³	Temperatura de topire °C
	Sn	Pb — rest		
62/38	70	0,12—0,5	8,32	192
60/40	60	0,12—0,5	8,65	185
50/50	50	0,12—0,5	9,00	220
40/60	40	0,12—0,5	9,37	227
30/70	30	0,12—0,5	9,70	238
20/80	20	0,25—0,5	9,90	247
10/90	10	0,25—0,5	9,97	250
5/95	5	0,25—0,5	10,0	266
2,5/97,5	2,5	0,5	10,20	277
1,5/98,5	1,5	0,5	10,50	283
1,0/99,0	1,0	0,5	10,80	299
0,5/99,5	0,5	0,12—0,5	11,30	320
0,25/99,75	0,25	1,8—2,4	9,23	230

Tabela 117 (continuare)

Materialele	Conținutul elementelor, % :			Greutatea specifică - kg/cm ³	Temperatura de topire - °C
	Pb	Sn	Sb		
35 °C	35	1,4	2,0	9,44	243
30 °C	30	1,4	1,8	9,70	250
25 °C	25	1,4	1,5	9,96	270
20 °C	20	0,8	1,2	10,17	270

Din diagrama de echilibru a sistemului Pb-Sn-Sb (fig. 11.2, b) rezultă că acest sistem formează două diagrame: Pb-Sb-SnSb și Pb-Sn-SnSb. În punctul E_1 se află eutecticul ternar Pb-Sb-SnSb care corespunde aliajului cu 85% Pb, 12% Sb și 4% Sn, cu punct de topire la 259 °C, iar în punctul E_2 eutecticul ternar Pb-Sn-SnSb care corespunde aliajului cu 35% Pb, 50% Sn și 6% Sb, cu punctul de topire la 182 °C; punctele e_1 și e_2 corespund eutecticilor binare Pb-Sb și respectiv Pb-Sn.

Pentru realizarea unor lipituri cu o mai bună conductivitate electrică și cu caracteristici mecanice mai înalte se folosesc aliaje de lipit Sn-Pb cu adaosuri de Ag. Datorită temperaturii relativ ridicate a aliajelor cu adaosuri de Ag, acestea folosesc ca procedeu tehnologic de lipire eufundarea îmbinărilor în băi de lipire sau folosesc arzătorul; se are în vedere aici și folosirea unor fluxuri rezistente la temperaturi mai înalte.

Din grupa aliajelor care se folosesc la lipituri în montajele radio amintim aliajele Cd-Zn; aceste aliaje au o bună rezistență la coroziune în medii agresive și pot fi folosite cu succes la lipituri care rezistă bine în climatul tropical.

Ele au, de asemenea, o conductivitate electrică de 12-13 m/Ω mm² față de 5-7 m/Ω mm² a aliajelor din grupa Sn-Pb și o rezistență la rupere de 9 kgf/mm² față de 6-7 kgf/mm² a acestora din urmă.

Punctul de topire al acestor aliaje este mai ridicat (de ex. 267 °C la Cd₆₀-Zn₄₀) decât al aliajelor din grupa Sn-Pb, prezintă diferență mică de potențial la îmbinări Al cu Al sau Al cu oțel și ca urmare rezistă la coroziune.

Piese de Al sau aliaje de Al se lipesc cu aliaje de lipit cu conținut de Al și au proprietăți mecanice bune. Astfel, în tehnologia fabricării condensatoarelor fixe (cu foiță de Al și hirtie de condensatoare) s-au încercat cu succes o serie de

aliaje de lipit pentru a nu distruge materialele folosite (tabela 11. 8).

Tabela 11.8

Aliaje moi pentru lipirea Al și a aliajelor sale

Aliaj	Conținutul elementelor, %				Temperatura de topire - °C
	Sn	Zn	Cd	Al	
1.1 M	98	2	—	—	223
1.2 M	90	10	—	—	197
1.3 M	80	20	—	—	223
1.4 M	70	30	—	—	243
1.5 M	60	—	60	—	235
1.6 M	—	40	60	—	310
1.7 M	55	25	20	—	260
1.8 M	40	25	20	15	250
1.9 M	—	60	40	—	240
2.0 M	—	15	—	5	245
2.1 M	40	25	20	15	250

Aliajele Ag-Sn (cu aproximativ 3,5% Ag) se topesc la temperaturi cuprinse între 220 și 225 °C; ele dau lipituri o rezistență la coroziune și au o rezistență la forfecare de 1 kgf/mm² și o conductivitate electrică bună (aproximativ 10 m/Ω mm²).

În tehnologia de lipire se recomandă folosirea aliajelor cu mici adaosuri de Cu pentru a micșora acțiunea de oxidare a vârfului ciocanului de lipit sau a pieselor ce conțin aliaje de Cu ce se lipesc.

Temperaturile joase de topire ale Bi și ale aliajelor pe bază de Bi permit elaborarea unor aliaje ușor fuzibile, care evită crăpături la cristalizare; temperaturile de topire sunt cuprinse între 124 și 70 °C. Se indică folosirea lor în dispozitivele ce trebuie să se topească la o anumită temperatură pentru a întrerupe alimentarea cu curent la temperaturi de 80-90 °C și la alte dispozitive de siguranță în electronică.

Aliajele pe bază de Bi se pot folosi la lipirea circuitelor montate (de ex. cel cu conținut procentual: Sn_{47,5}-Bi_{52,5} cu punct de topire 96 °C) avind o aderență pe bornele de ieșire ale pieselor montate pe plăcile cu circuite.

Aliajele cu eutectic ternar Sn₅₀-Pb₃₃-Cd₁₇, cu un punct de topire de 145 °C se folosesc, de asemenea, la lipirea montajelor. Alături de aliajele Sn-Pb-Cd cit și cu cele

Sn-Pb-Bi se lipesc în bune condiții piesele argintate, zincate sau cadmate (fig. 11.4).

Indiul (In) formează aliaje cu puncte de topire joase, (38—47 °C) dar lipiturile cu aceste aliaje au o rezistență mecanică scăzută. Aliajul Sn-In lipește bine pe sticlă, fără flux, după ce locul de lipire a fost degresat și apoi încălzit.

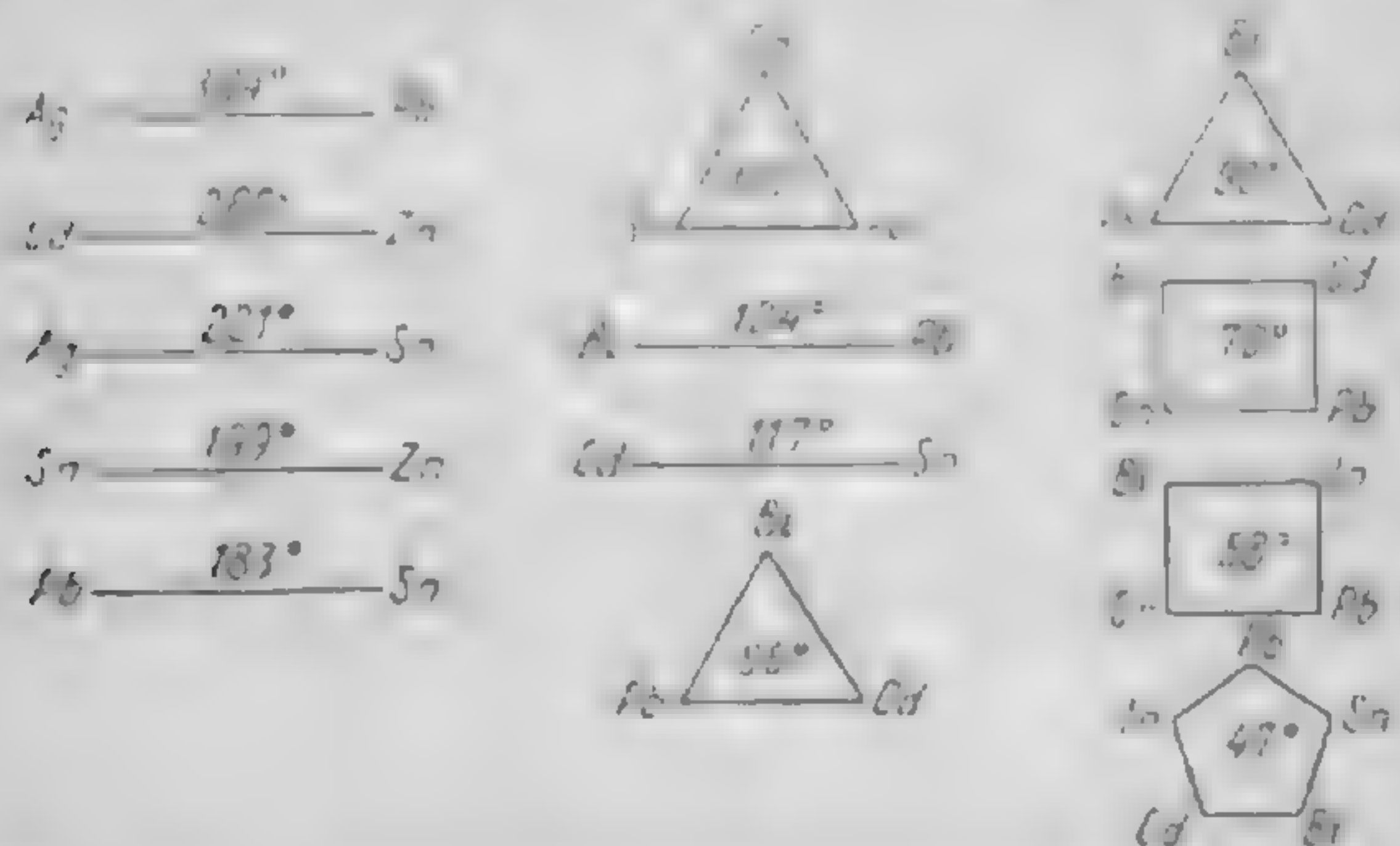


Fig. 11.4. Eutecticele aliajelor binare (notate cu o linie) și complexe (notate cu triunghiuri, pătrate, pentagoane), așezate după temperaturile de topire descrescătoare.

În prezent, problema găsirii unor aliaje moi de lipit, cu temperaturi de topire scăzute și cu performanțe superioare în realizarea îmbinărilor în montajele radioelectronice, constituie o preocupare permanentă a constructorilor de aparate electronice.

Este posibil ca într-un viitor nu prea îndepărtat, lipirea cu aliaje să fie părăsită; se construiesc deja micromontaje electronice în care legătura dintre piese se asigură prin structuri monomoleculare de conductoare sau izolanti și unde problema aliajelor va căpăta aspecte noi.

III. FONDANȚI PENTRU LIPIRE (FLUXURI)

1. Rolul fondantului (fluxului) în procesul de lipire

În procesul de lipire a metalelor este necesar, ca în prealabil, de pe suprafața de lipire să se îndepărteze oxizii și toate impuritățile, să se protejeze metalul împotriva coro-

ziunii și să se reducă tensiunea superficială. Pentru aceasta se folosesc o serie de produse chimice ce poartă denumirea de decapanți, fluxuri sau fondanți. Acțiunea decapantului se poate considera ca fiind un mecanism complex care include o serie de procese ce decurg paralel și se influențează reciproc.

În capitolul I s-a arătat că pentru a se obține o lipitură bună este necesar ca pe suprafața metalilor de bază să se producă o umezire bună de către aliajul de lipit topit. S-a arătat că umezirea este determinată de acțiunea a trei forțe superficiale ce se aplică la contactul dintre metalul solid și aliajul topit.

Pe baza rezultatelor obținute, conducătorii de echilibru ale celor trei forțe se pot modifica în sensul dorit, dacă în acest loc se înlocuiește mediul gazos printr-un mediu lichid. Este posibil să modifice valorile tensiunilor superficiale care participă la echilibru; acel mediu lichid este chiar fluxul.

Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească fondantul

Pentru a corespunde rolului său în procesul de lipire, fluxul trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să fie lichid și cu fluiditate suficientă la temperatura de lipire, spre a se întinde uniform și ușor pe suprafața metalică de bază, putând pătrunde cu ușurință în interstiții;
- să aibă o temperatură de topire inferioară temperaturii de topire a aliajului de lipit;
- să îmbunătățească condițiile de umezire a suprafeței metalului de bază de către aliajul de lipit în stare topită;
- să dizolve complet și la timp peliculele de oxizi ai metalului de bază (înainte de așezarea aliajului lichid la loc de îmbinare), dar nu prea devreme, cînd și-ar epuiza acțiunea necesară în momentul lipirii, acțiunea ce trebuie să aibă loc la o temperatură cu câteva grade sub cea de topire a aliajului;
- adesiunea fondantului la metalele de bază trebuie să fie mai slabă ca a aliajului de lipit, pentru ca acesta din urmă să poată acoperi cu un strat continuu suprafața de

lipire, să păstreze proprietățile și să nu-și modifice compoziția în timpul încălzirii; să nu fie absorbit și să nu formeze

combinații cu metalele de bază sau aliajul de lipit; absorbția de apantului de către metalul de bază sau aliajul de lipit conduce la slăbirea rezistenței mecanice și a stabilității la coroziune a îmbinării;

— să nu degaje gaze nocive;

— fondantul rămas, precum și produsele de descompunere trebuie să iasă afară la suprafața aliajului, după priza acestuia cu metalele de bază și să poată fi ușor îndepărtate prin ștergere sau spălare ușoară cu apă (acolo unde este posibil) în tehnica lipirii în montaje de radio, televiziune și aparatură electronică, în general, îndepărtarea prin spălare a resturilor de decapant sau a produselor solb. este greoai-sau imposibilă. De aceea, fondantul nu trebuie să lase resturi care să corodeze în timp piesele lipite, iar fumul ce s-ar degaja și s-ar depune pe suprafața pieselor (rezistențe, condensatoare, tranzistoare, bobine, diode etc.) să nu le dauneze;

— restul de fondant trebuie să fie un bun izolator, avind o rezistență electrică ridicată;

— fondantul nu trebuie să fie higroscopic, căci în caz contrar absoarbe apa în condiții de umiditate mărită, provoacă acumularea de electrolit pe suprafața îmbinării, corozium etc.;

— fondantul trebuie să fie suficient de dur, pentru a nu colecta murdăria și praful pe suprafața lipiturii, fapt ce provoacă pierderi de curent electric.

3. Prepararea fondanților

În practica lipiturilor cu aliaje de lipit ușor fuzibile se pot folosi în general următoarele grupuri de fondanți: acizi sau activi, anticorozivi, fără acizi, activați.

La baza pregătirii *fondanților acizi sau activi* stau combinații clorurate; acești fondanți curăță bine suprafețele de lipit, dizolvind intens peliculele de oxizi, asigurind o bună îmbinare, dar corodează intens îmbinarea și metalele de bază.

Cum îmbinările practicate în tehnica montajelor de radio și televiziune nu pot fi în mod practic spălate bine după lipire (datorită complexității formelor lor și condițiilor specifice de construcție montaj și funcționare), fondanții din această grupă nu sînt recomandați să se folosească în îmbinări de realizare a acestor montaje.

Fondanții anticorozivi au la bază acidul ortofosforic dizolvat în alcool sau în alcool etilic. În această grupă sînt cuprinse și fondanții pe bază de acid lactic, acid salicilic, oxalic etc., care au o activitate corespunzător la lipirea metalelor și aliajelor metalice. Un fondant anticorrosiv pe bază de acid lactic, alcool etilic și glicerină se folosește de asemenea, cu

Acetți fondanți atacă aliajele de Cu și impun aceleași măsuri de spălare și curățire ca la cei din grupa celor acizi. Curățirea se face cu o soluție de sodă 5%, apă caldă la 60°C și apoi uscarea în etuvă la 100°C.

Fondanții fără acizi, folosiți de regulă în îmbinările de montaj ale aparatelor radioelectronice, se pregătesc pe bază de colofoniu.

Colofoniul este un amestec de acizi rezinici și se obține prin condensarea în vapori de apă a părții volatile a rășinii de pin. El este o substanță solidă, când este rupt în bucăți, sticle de culoare ce variază de la negru cafeniu la roșu-gălbui, cu transparență variabilă pînă aproape completă.

Colofoniul se înmoaie între 52 și 83°C, trecind în stare lichidă la 125°C; la 170°C el dizolvă oxizi de la suprafața metalelor de bază și a aliajului de lipit, iar restul de fondant corodează lipitura, datorită neutralizării acidului abie-ținut în colofoniu ($C_{20}H_{30}O_2$) de către terebentina care este un component al colofoniului. Colofoniul nu este activ; el este un bun izolator.

În operațiile de decapare, în cadrul îmbinărilor de montaj radioelectronice, colofoniul se folosește, fie în stare naturală sau dizolvat în alcool etilic de culoare deschisă care emană mai puțin fum decât în soluție. Colofoniul în soluție se poate prepara după următoarele rețete:

- Colofoniu 15%;
- Alcool etilic 85%;

Se freacă colofoniul într-un mojar de porțelan și se dizolvă în alcool etilic; fondantul se filtrează apoi prin vată de sticlă și se lasă să stea timp de 2 ore la temperatura de 75°C. Se filtrează din nou de sticlă cu refrigerent într-o baie de apă; se păstrează în vase de sticlă bine închise;

- Colofoniu 50 g;
- Glicerină 100 ml;
- Alcool etilic 850 ml;

Se topește și se filtrează colofoniul; peste el se toarnă amestecul cu glicerină și se încălzește la 80—90°C, amestecându-se.

Fondantul se păstrează în vase de sticlă bine închise.

Dupa 4—5 zile de depozitare, eficacitatea lui de fondare scade; deci nu trebuie pregătit în cantități mari.

Aceste soluții decapante nu sunt corosive și se folosesc până la temperatura de lipire de 250°C, fără ca ai să fie o acțiune decapantă prea puternică.

Pentru a satisface diferite nevoi de decapare a pieselor neoplate cu straturi galvanice pasivate (piese de Zn introduse în baie de anilină clorhidrică, acid sulfuric și acid azotic), sau a celor oxidate mai puternic și unde soluțiile de colofoniu arătate sunt puțin eficiente, s-au pregătit următorii fondanți activați.

Fondanții activați au la bază colofoniul în care se amestecă mici cantități de anilină clorhidrică, fenolică sau fosforică, după rețeta:

Anilină clorhidrică 1,5%
- Glicerină 1,5%
Colofoniu 96,75%

Dacă colofoniul se distilă în prealabil în vid, capacitatea de decapare a soluției crește.

Prin adăugarea de white spirit până la 25%, viscozitatea fondantului poate fi variată de la lichid la solid.

Pentru cazuri speciale se poate mări eficacitatea fondantului activat prin introducerea în rețetă a unor mici cantități de clorură de zinc. În acest caz, resturile de fondant se vor îndepărta prin spălare și ștergere, întrucât acestea produc coroziunea imbinării.

Alteori se folosește dietilamina clorhidrică ca activant al fondantului pe bază de colofoniu.

În tabela III.1 se prezintă compoziția, domeniul de folosire și consumul necesar pe centimetru pătrat al fondanților folosiți în montajele radioelectronice. Cantitatea de fondant ce se prepară nu depinde numai de componenți, ci și de ordinea în care aceștia se introduc în amestec; pentru aceasta este necesară să se respecte cu strictețe instrucțiunile tehnologice.

Fondanți folosiți în procesul de lipire la montajele radioelectronice

Compoziția	Domeniul de folosire	Consum pe centimetru pătrat	Mod de folosire
Colofoniu torential acid	Piese brute de Cu, Am, ce se pot spăla în apă caldă	0,11	Spălare cu apă și uscare în temperatură la 100°C
Colofoniu tratat chimic cu acid sulfuric alcool	Îndărări de piese de Cu, Am, Ag etc. în montaj	0,15	Ștergere cu cârpă înmuiată în alcool etilic
Colofoniu natural	Piese de Cu, Am	0,13	Ștergere cu cârpă înmuiată în alcool etilic
Soluție de colofoniu în alcool	Îndărări de Cu, Am	0,10	Ștergere cu cârpă înmuiată în alcool etilic
Colofoniu glicerina Acid	Lipirea sistemelor închise și tuburi capulare	0,12	Ștergere cu cârpă înmuiată în alcool etilic
Anilină clorhidrică Colofoniu Glicerina	Piese din metale ferose și neferose	0,13	Ștergere cu cârpă înmuiată în alcool etilic
Colofoniu Anilină clorhidrică Glicerina Dietilamina Acid sulfuric	Piese din fier, oțel, crom-nichel, argint, piese oxidate și pasivate	0,15	Ștergere cu cârpă uscată înmuiată în alcool, acetona
Colofoniu Acid sulfuric Zn	Piese din metale nobile (Ag)	0,11	Ștergere cu cârpă înmuiată în solvent
Colofoniu Acid sulfuric Zn	Piese din metale ferose și neferose pentru imbinări rezistente	0,12	Spălare în benzol, apoi în apă caldă și uscare

4. Aliaje de lipit tubulare

Intrucit formele sub care se prezintă aliajele în vederea operației de lipire pot influența calitatea lipiturii, aceste forme au preocupat permanent pe constructorii și tehnologii de montaje electrice.

Pînă în prezent s-au impus două forme, legate fiecare de un procedeu de lipire:

— forma tubulară a aliajului în cazul lipirii cu cearanul de lipit și

— forma lichidă a aliajului, în cazul lipirii în băi sau cu instalația semiautomată cu jet (valuri staționare).

Forma tubulară a aliajelor de lipit, cu secțiune circulară și cu diametru exterior cuprins între 1 și 5 mm, este impusă de o serie de avantaje, și anume:

— aplicarea simultană aliaj și fondant pe locul de îmbinare, deci o operație de lipire mai ușoară;

— lipirea mai ușoară în punctele greu accesibile;

— se asigură debitarea cantităților potrivite de fondant la locul lipiturii, ca urmare a dozării prealabile a acestuia în tub;

— se înlătură risipa de material;

— productivitatea muncii crește;

— topirea aliajului se face în momentul cînd fondantul se află în starea cea mai activă;

— se înlătură posibilitatea de impurificare accidentală a fondantului.

Singurele neajunsuri ale aliajelor de lipit tubulare sînt acelea rezultate dintr-o întrerupere posibilă în debitarea

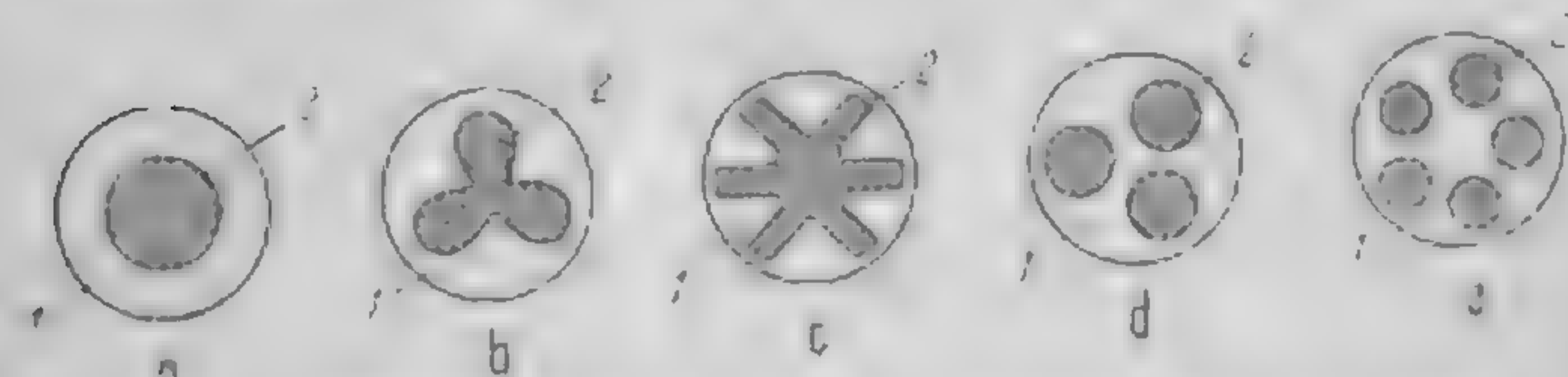


Fig. III.1. Diferite forme de secțiuni ale aliajelor de lipit tubulare: a - circulară; b - trifurcată; c - stelară; d - 3 canale de fondant; e - 4 canale de fondant

fondantului, în cazul existenței unor goluri în brazură, și vaporizarea fondantului pînă la topirea pereților prea groși

și rezultă în acest caz așa-numitele lipituri false. Aliajele și secțiunile aliajelor de lipit tubulare variază în funcție de nevoi (fig. III.1 și tabela III.2).

element impo-
II constituie raportul
cantitatea de aliaj
de fondant. Pentru
rile folosite în lipi-
rile se recomandă ca
materialul de fondant să re-
prezinte 2-3% din gre-
utatea aliajului.
La montajele cu prese
manualizate se folosesc
aliaje cu diametrul exte-
rior de 1-3 mm, iar cel
interior de 0,5-1,5 mm.

pentru umplerea tuburilor se folosește colo-
nă și mai des soluțiile activate avînd ca bază colo-
nă, acesta avînd capacitate mai
de fondare.

aliaje de lipit se folosesc:
— și $\text{Sn}_{50}\text{-Pb}_{50}$.

secționarea aliajelor tubulare
prin presare într-un dispo-
zitiv extrudero a aliajului, care
se introduce în tubul acestuia și în golul
se introduce fondantul pe măsura
necesară (fig. III.2).

Aliajul cald sub formă de pastile
se introduce în cilindrul 1, este
împins în jos de poansonul 2 în camera 3,
din gura 4 și duza 5. Pre-
sarea duza 5, din aliaj se for-
mează tub cu diametrul exterior
egal duzei. Gura 4 este în legă-
tură cu un rezervor în care se află
fondantul. La împingerea alia-
jului în interstițiul 3, care dă
naștere peretelui, fondantul este aspirat prin gura 4 și
se umple tubul tubului.

Tabela III.2

Diametrele aliajelor tubulare

Exterior	Interior
1	0,5
1,5	0,75
2	1
2,5	1,25
3	1,5
4	2
5	2,5

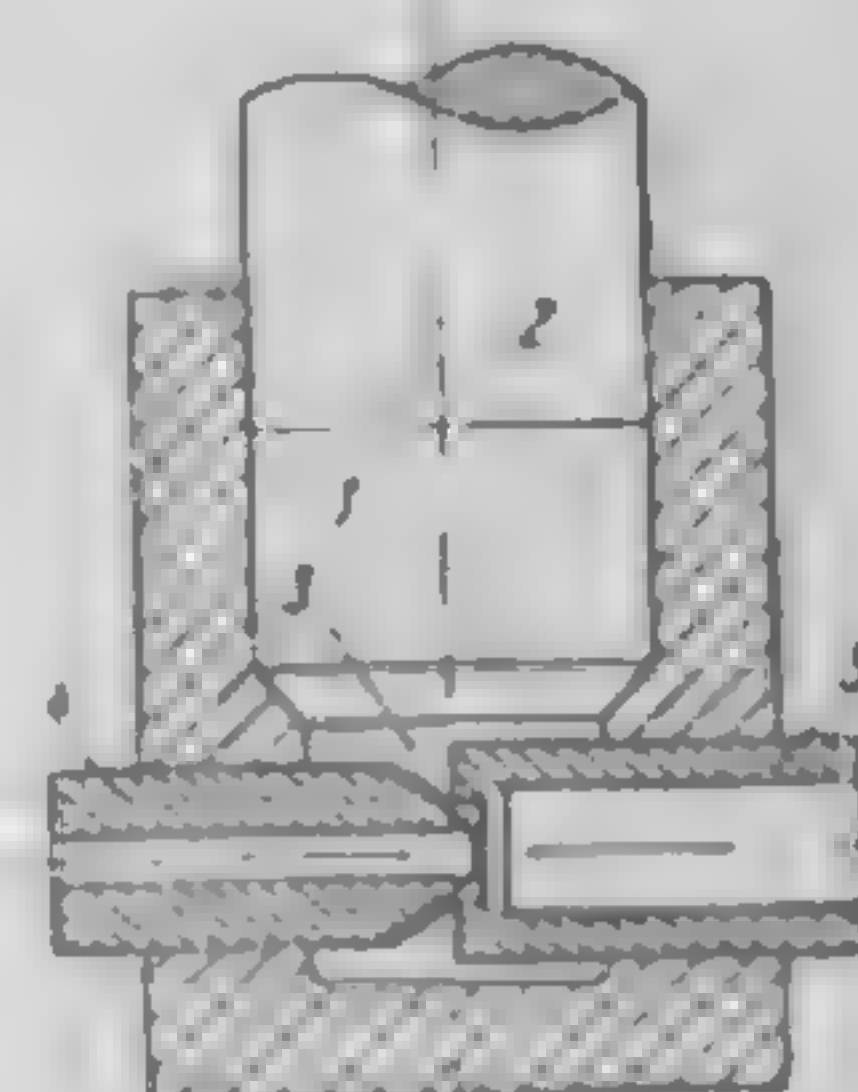


Fig. III.2. Dispozitiv de presare pentru formarea aliajului tubular:

1 - cilindru; 2 - poanson;
3 - cameră de trecere a alia-
ajului; 4 - gură de injecție
a aliajului; 5 - duză.

Dispozitivul se montează pe o presă hidraulică de circa 50 tf.

Se pot face încercări ale aliajelor tubulare, cind eficiența combinației aliaj de lipit-fondant se apreciază prin gradul de umedire și suprafața de întindere a aliajului într-un timp de 3—5 s pe diverse metale de bază.

IV. PREGĂTIREA PIESELOR PENTRU LIPIRE

Condițiile tot mai deosebite în care sînt puse să funcționeze aparatele de radio, televizoarele și toate aparatele electronice în general — condiții climatice, solicitări mecanice, vibrații, șocuri la transport — reclamă numeroase măsuri tehnice în executarea montajelor mecanice și electrice și respectiv o lipire a îmbinării pieselor din aceste montaje cît mai corespunzătoare.

Intrucît după lipire, elementele montajului electronic trebuie să asigure o conductivitate electrică ridicată, o bună rezistență mecanică și o mare rezistență la coroziune și agenți externi, îmbinările lipite nu trebuie să prezinte porii, sufluri sau bule în care să pătrundă praful și umiditatea și nici să prezinte schimbarea valorilor nominale ale parametrilor electrici ai elementelor montajului.

Pentru toate aceste motive, lipirea este precedată de o serie de operații pregătitoare ce trebuie făcute, fie că este vorba de producție de serie în uzină, fie de construcția de unicate, reparații etc.

1. Pregătirea conductoarelor (conexiunilor)

Tăierea conexiunilor de grosimi și lungimi necesare și desizolarea la capete se face potrivit desenului de montaj, după care capetele se cositoresc (dacă conexiunile n-au fost în general cositorite în procesul lor de producție).

Tăierea și desizolarea se fac, fie cu cleștele special de tăiat și desizolat, fie cu penseta specială de desizolare, fie cu cuțite — ghibotină, fie în slirșit cu mașini automate care fac simultan ambele operații.

Mașinile automate de tăiat conexiuni au posibilități de tăiere și desizolare a conexiunilor de la lungimi de 20—30 mm

la 1500 mm și grosimi pînă la 2 mm, cu o producție de 1000—1500 buc./min.

Conexiunile pot fi desizolate și prin arderea izolației din P.V.C., prin introducerea într-un dispozitiv format dintr-un tub de porțelan cu un element de încălzire, la exterior cu un strat de azbest; neajunsul este că se poate prăji arderea. Uneori conexiunile se curăță mecanic cu o abrazivă „00”.

Conexiunile de sîmțiri izolate cu lac sau mîlase (117 de tipul 117) se pot curăța, fie prin ardere, fie prin cufundarea capetelor într-o soluție de 30% sodă în apă la 100°C, după care se spală în apă caldă și apoi în apă rece.

Un alt procedeu are dezavantajul că, conductorul își poate pierde rezistența mecanică sau se poate chiar arde.

Un alt procedeu recomandă încălzirea unei tablete de lipit prin apăsare cu vîrfurile ciocanului de lipit normal pînă cînd aceasta se topește. Se folosește pasta rezultată de colofoniu; se curăță și se cositoresc totodată pînă la $30 \times 0,05$ fire liță în 5 secunde.

Conexiunile necesită cositorirea la capete (dacă n-au fost livrate cositorite sau apar totuși oxidate), acestea, după desizolare, se fac mînunchiuri mici, avînd capetele în formă de con și înălțime și resinate, se imobilează în decapoi se introduce în baia de aliaj de lipit — la 250°C — cu porțiunea desizolată; se scot și se scutură ușor de aliaj de lipit.

Pentru montajele electronice clasice, pentru omogenizarea și ordonarea și pentru rezistență mecanică se folosesc adesea conexiuni cositorite, iar alteori mînunchiuri de conexiuni de diferite lungimi ce formează pe șabloane de lemn, apoi se leagă cu ață de in cerșan sau se trec prin tuburi din P.V.C. (fig. IV. 1).

Conexiunile ecranate cu împletiți de aliaj de cupru și aliaj de Cu, se taie și se curăță la capete — simultan

cu o mașină specială care are în făclele de tăiere trei perechi de tăietori în planuri diferite pentru grosimea a izolației din P.V.C. și pentru desizolarea conductorului.

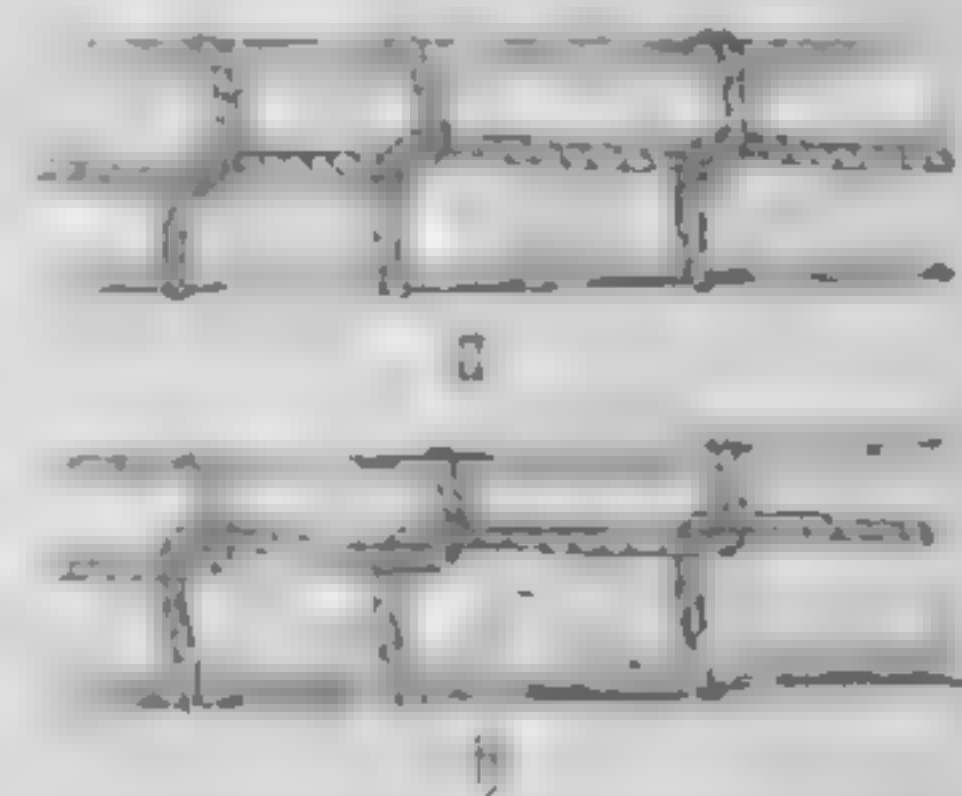


Fig. IV.1. Legarea mînunchiului de conexiuni:

a - cu capet; b - cu clipă

Aceste conexiuni se realizează cu conductor de Cu monofilar (de $\varnothing = 0,25 - 0,5$ mm) în forma unei bobine spire 1 pe spira, la ambele capete, și apoi se cositorisește spre a împiedica destrămarea la capătul trefei pe o lungime egală cu diametrul exterior al trefei de ecranare, lăsându-se un capăt de conductor de 50 mm pentru legarea la punctul de masă (fig. IV.2).

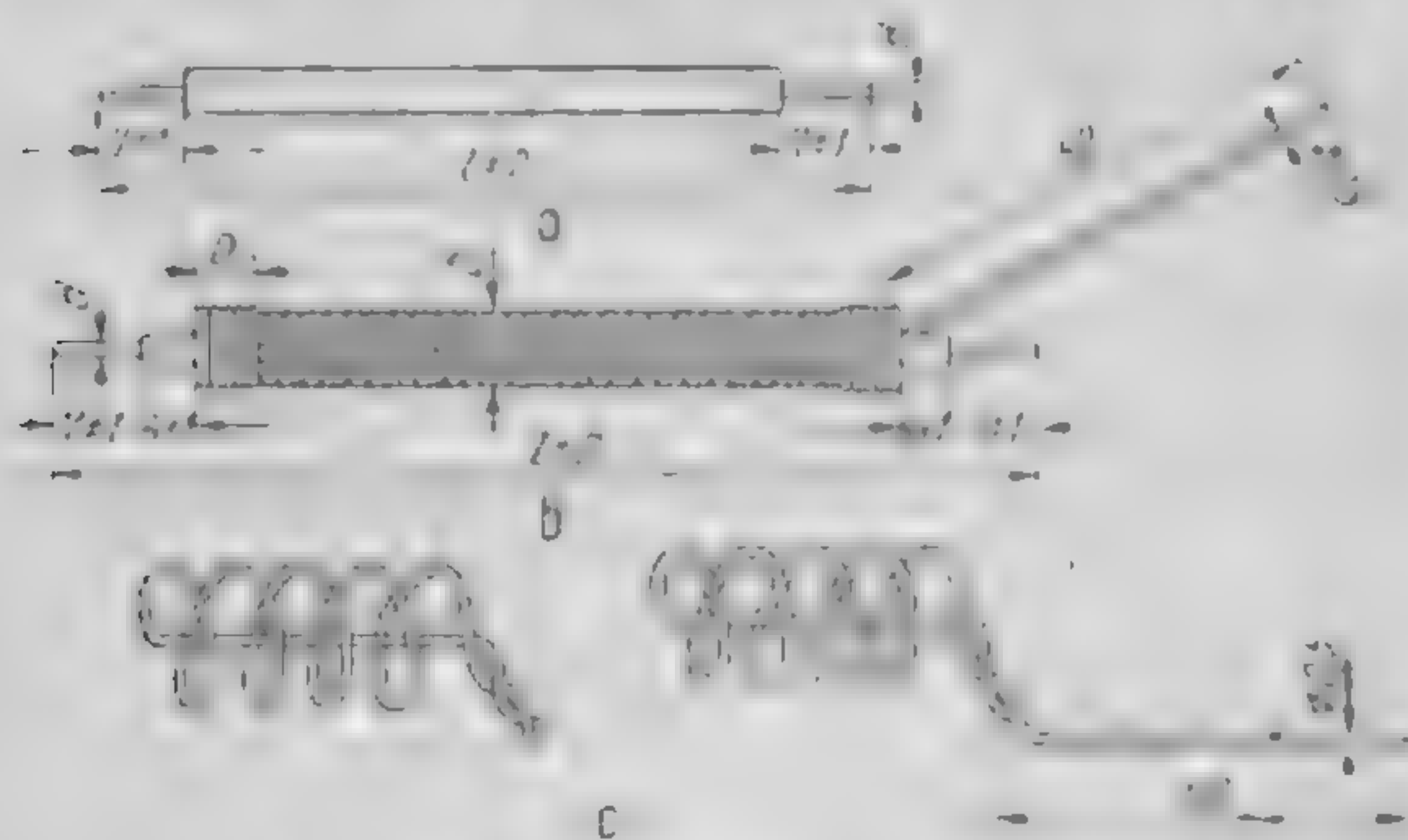


Fig. IV.2. Confectionarea conexiunilor:

a - conexiune izolată; b - conexiune ecranată; c - înfășurări de mătăsărie la conexiunea ecranată.

Uneori este necesar să se scoată conductorul izolat prin împletitura-ecran la o anumită distanță de capătul ei; pentru

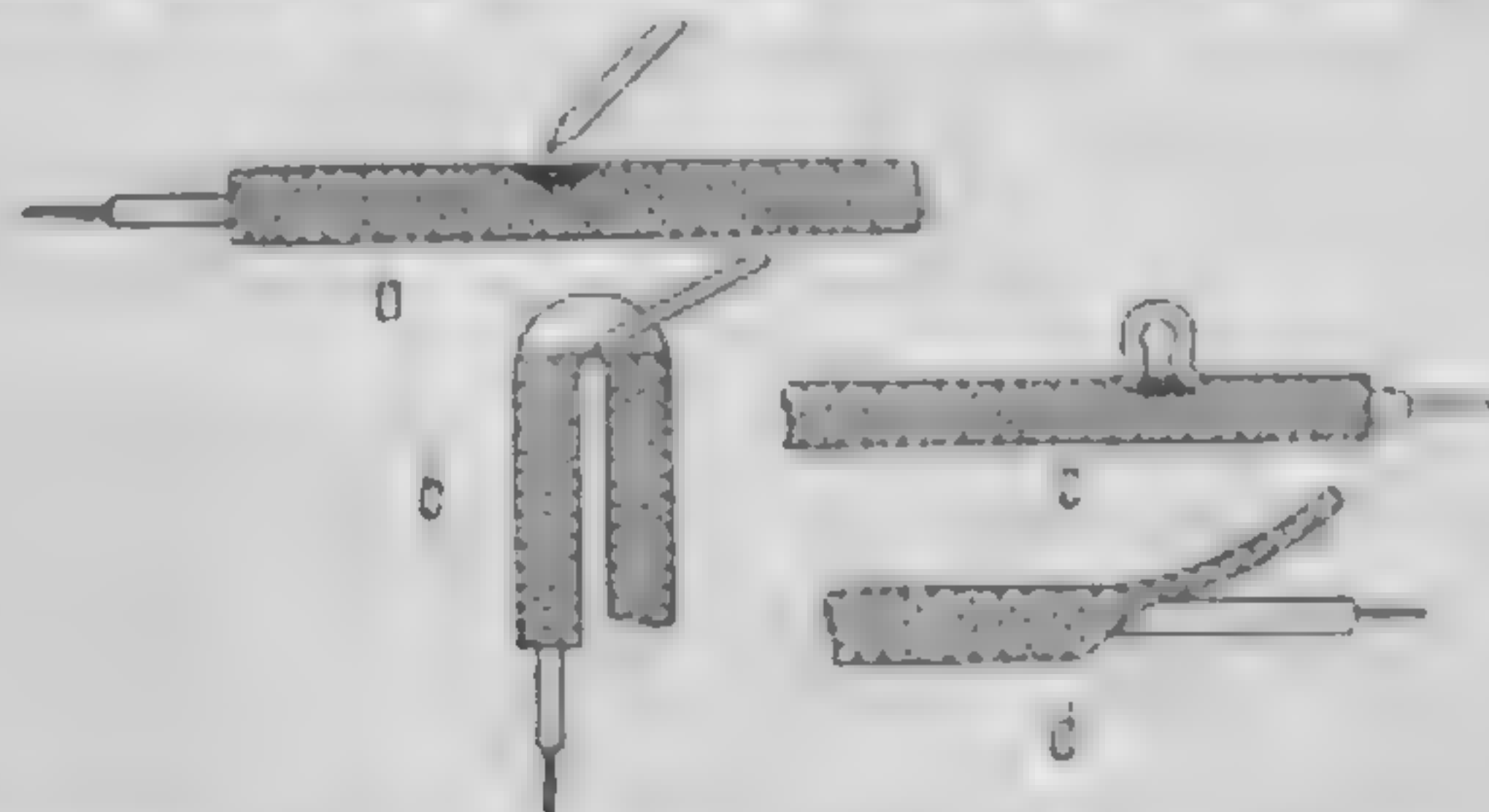


Fig. IV.3. Scoaterea conductorului prin împletitura ecran:

a - tăierea împletiturii; b, c - scoaterea conductorului prin împletitură; d - capătul conexiunii pregătit pentru fixare.

aceasta, se trage capătul de împletitură spre interiorul conexiunii ecranate, aceasta se lărgeste și se scoate prin împle-

toarul izolat; cămașa (trefa) metalică se întinde în jurul acesteia se poate lega la punctul de masă).

Curățarea pieselor prin degresare, decapare, argintare metalice

În unele cazuri, unele piese, ca: țezele de contact, diferitele piese și piese pe care se practică legarea și lipirea conexiunilor, se pregătesc prin cositorire, cadmiere, argintare galbenă în baie, după ce în prealabil au fost degresate și decapate, altfel există pericolul efectuării de lipituri false.

Pentru a îndepărta oxizii, grăsimile, praful, uleiurile minore care se acumulează pe suprafața pieselor ce urmează să fie lipite în procesul de îmbinare prin lipire, acestea se degresează și se decapează.

Piesele care se folosesc în montajele radioelectronice, și care au adesea o configurație complicată, prezentând orificii, adâncituri, filete etc., se degresează mai întâi în soluție de amoniac, după ce au fost legate, fără să se atingă, cu o sîrmă de nichel, sau, cînd sînt prea mici, se pun în coșuri din Am amalgam, timp de 3—6 minute.

Piesele din oțel carbon și oțel aliat (nu și cele de Cu, Al, Zn și altele) se degresează apoi electrolitic în băi de oțel, care conțin serpentine de încălzire, la 80—90°C într-o soluție care conține: sodă caustică; carbonat de sodiu; silicat de sodiu; fosfat trisodic.

La sfîrșitul a 3—6 minute piesele se scot din baie, se spală în apă caldă, apoi în apă rece curgătoare, și se usucă în rumeguș de lemn de brad sau în curent de aer cald.

Curățarea pieselor de fier și oțel se face în baie (din tablă de fier sau tablă de Pb) cu soluție de acid sulfuric, timp de 3—8 minute, la 80—90°C, după care se spală în apă caldă.

Piesele din Cu și aliaje de Cu, Am și Bz se curăță în baie din material ceramic antracid în soluție de: acid azotic; acid azotic; clorură de sodiu, în anumite procente, și sunt puse în coșuri de Al. După ce se țin în baie pînă

la 1 1/2 minute, piesele se scot și se spală în apă rece, pentru a se îndepărta urmele de acid, și se usucă.

Cositorirea electrolitică a pieselor din Fe, Cu sau aliaje de Cu, se face, după degresare și decapare, prin introducerea pieselor în baie sau în toba de cositorire.

Ca materiale se folosesc: acid sulfuric concentrat; sulfat de Cu; cositor granule; sulfat de sodiu; fenol; anozii din plăci de cositor electrolitic pur.

Timpu de cositorire este de 1/2 ore. Piesele se spală apoi în apă caldă și rece și se usucă în rumeguș sau în aer cald. Grosimea stratului de cositor trebuie să fie de circa 10 μ.

Cuprarea pieselor, atât pentru a le mări conductivitatea, cât și ca proces premergător nichelării, se face pe cale electro-litică în băi cu următorul conținut: apă; sare de Cu; cianură de potasiu; sulfat de Cu; anozii de Cu electro-litici. Timpul de cuprare este de 10—15 minute. Grosimea stratului trebuie să fie de 5—6 μ.

Zincarea pieselor de oțel se face, după degresare și decapare, în clopot rotativ din vinidur sau oțel căptușit cu ebonită ori policlorură de vinil, sau în baie fixă.

Ca materiale se folosesc: cianură de zinc, cianură de sodiu, hidroxid de sodiu, sulfură de sodiu, anozii de zinc, gelatină (adaos pentru luciu).

După 60—90 minute, piesele se scot din baie, se spală în apă rece, în apă caldă și apoi se usucă în rumeguș sau în aer cald. Grosimea stratului de zinc trebuie să fie:

- până la 10 μ pentru Cu și aliajele sale;
- până la 15 μ pentru materiale ferovase;
- până la 25 μ pentru materiale neferovase.

Pentru a da pieselor zincate un aspect plăcut și a le mări totodată rezistența la agenți externi, acestea se pasivizează prin introducere, imediat după zincare și spălare, într-o baie de: anhidridă cromică, acid sulfuric, acid azotic, timp de câteva secunde. Piesele se spală apoi în apă rece, în apă caldă, și după aceea se usucă în aer cald sau în rumeguș.

Lipiturile cu aliaj LP60 nu se pot efectua pe suprafețele pasivizate ale pieselor, acestea neaderând pe astfel de suprafețe; pentru lipirea lor este necesară o prealabilă cositorire a punctelor de lipire și apoi pasivizarea. La temperatura de lipire, stratul pasivizat este ușor înlăturat de pe punctele cositorite și aliajul de lipit aderă pe locul de îmbinare. Se mai

înlătură stratul pasivizat cu un fondant acid, ale cărui ri trebuie eliminate prin spălare, existînd în acest caz dul coroziunii în timp.

Fixarea mecanică a pieselor în montajele clasice și în cele cu circuite imprimate

Piesele de rezistențe, ale rezistențelor și condensatoarelor, trebuie de fixarea lor în montajele de radio, televiziune și aparate electronice, se taie la dimensiuni corespunzătoare, în funcție de necesități și se îndoaie convenabil. Pentru hornelor la dimensiunile necesare se face cu dispoziții de țiere, în care lungimea este limitată de oprirea regulabilă.

Îndoirea hornelor de ieșire se face într-un dispozitiv

Îndoirea făcută prea aproape de corpul condensatorului poate duce la ruperea masei plastice a acestuia. De asemenea, în timpul îndoirii se poate face posibilă ruperea bornei de ieșire a condensatorului. Pentru același motiv, raza de îndoire a hornelor se recomandă să nu fie mai mică de 1,5 mm.

Îndoirea hornelor se face numai pe porțiunea de lipire și nu pe cea de ieșire, pentru ca acestea să nu înmagazineze energie electrică care dăunează piesei respective.

La prinderea mecanică a conexiunilor, a rezistențelor și condensatoarelor în montaj pe cablaje clasice, trebuie să se țină seama de destinația în exploatare a montajului, dacă acesta va fi pus să lucreze în condiții de solicitări mecanice, vibrații, șocuri, scuturături etc. sau în condiții de staționare. În prima alternativă, conexiunile se vor introduce prin gaură sau a lamei contact și se vor lega bine prin înfășurarea sau de două ori în jurul piesei de care se lipește. În a doua alternativă (de solicitări slabe) este suficientă introducerea capătului conductorului prin gaura țezei și legarea acestuia.

În cazul în care aceste operații se folosesc penseta sau cleștele, trebuie să se țină seama de gura zimțată. Înfășurarea conductorului este mai ușoară în cazul prinderii mai multor conexiuni pe aceeași piesă. Într-o altă alternativă, se poate face lipirea între capătul înfășurat al conductorului și piesa de montaj, dar trebuie să rămână un interval mai mare de 1 mm între capătul înfășurat și piesa de montaj, pentru a permite aliajului de lipire să se întindă suficientă pentru a permite aliajului de

lipit să pătrundă în interstițiul creat: o distanță mai mare măsoară rezistența mecanică a lipiturii și consumul mătii aliaj de lipit. Se mai recomandă ca distanța dintre țează și capătul izolat al conductorului să fie 1,5—2 mm.

În cazul necesității de îmbinare a două conductoare cap la cap (deși în general practica radiotehnicii nu o recomandă), capetele acestora se vor răsuci unul peste celălalt.

Prinderea mecanică a capetelor conductoarelor de contactele fixate în suportul tuburilor electronice se va face după ce contactele au fost îndoite la 45° cu ajutorul unei piese-ciupercă (fig. IV.4).

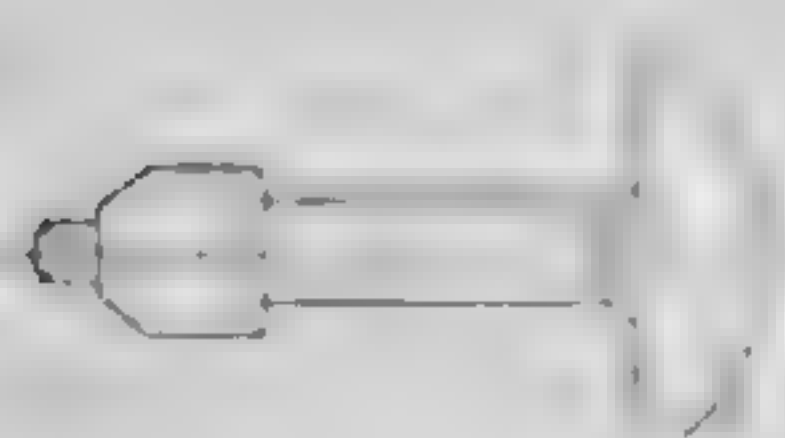


Fig. IV.4. Piesa ciupercă pentru îndoirea contactelor suporturilor tuburilor electronice.

Conductoarele nu se vor întinde în timpul fixării, pentru că aceasta ar duce în cazul vibrațiilor, la ruperea lor se va stabili cu o anumită rezervă; același lucru este valabil și pentru bornele de ieșire ale rezistențelor și condensatoarelor. Fixarea și poziționarea rezistențelor și condensatoarelor se va face astfel, încât să se poată citi pe ele marcarea (cifrele și literele ce indică mărimea

parametrului electric). Întinderea lor nu este permisă nici după lipire, aceasta putând provoca ruperi ascunse.

În timpul operației de montaj, aparatul sau șasiul pe care se assemblează piesele va fi fixat pe un suport rezistent care să permită accesul ușor în toate punctele de montaj.

În ultimii ani, cablajele cu montaj spațial din construcțiile radioelectronice tind să fie înlocuite cu cablaje imprimate, în care elementele schemei (condensatori, rezistențe etc.) sunt înlocuite cu trasee din straturi conductoare, dispuse după un desen pe o placă din material dielectric, astfel încât lungimea și lățimea traseului parcurs să dea valoarea parametrului electric respectiv.

Până în prezent, tehnica sistemelor de imprimare n-a pus încă la punct componentii de înaltă calitate și mijloacele de imprimare la nivelul cerințelor de rezistență mecanică și climatică. Ne aflăm în prezent în etapa folosirii combinate a circuitelor imprimate pe placa din dielectric și montarea pe ea a elementelor spațiale (rezistențe, bobine, condensatoare etc.).

Aceasta a condus la reducerea gabaritului, mai ales acolo unde se folosesc tranzistoare în locul tuburilor electronice,

iar greutatea și a crescut rezistența mecanică a mon-

te. Asemenea, și procesul de lipire s-a simplificat, folosind metode avansate și de mare productivitate.

Un circuit imprimat se realizează, în general, folosind ca bază o placă-suport izolant, de obicei pertinax de 1—2 mm, sau hirtie stratificată (stratificate fenolice, epoxy) sau în ultimul timp sticlă stratificată (siliconică), pe care se lipește printr-un procedeu tehnologic, pe ambele fețe, o foaie de Cu cu puritatea de 99,95% și o grosime de 35—70 μ .

Pentru realizarea traseelor conductoare pe placă se face un desen, fiind scut de schema electrică a montajului de norme internaționale C.E.I., mai cu seamă în ceea ce privește poziția ce vor avea găurile în care se fixează și se conectează bornele de ieșire ale pieselor; se folosește un tabel și la intersecția dreptelor paralele și echidistante cu pas de 2,54 mm se dispun găurile care vor avea diametru cuprins între 0,8 și 2 mm. În jurul găurilor se realizează pastile din foaie de Cu, cu diametrul de 4—5 mm. Desenul circuitului se imprimă pe placă prin procedeul gravurii sau procedeul serigrafic și se acoperă cu un strat de vopsea antiacidă pe locurile în care urmează să rămână traseele imprimate.

Placa se cufundă apoi într-o baie cu compoziție corosivă, obicei clorură ferică, care elimină prin coroziune foaia de cupru neacoperită cu vopsea.

După o curățire atentă, în placă se fac prin ștanțare găurile necesare și găurile de fixare a pieselor.

Pe partea opusă circuitului imprimat, în cazul suportului din foaie de Cu numai pe o față se imprimă prin metoda serigrafică conturul pieselor (rezistențe, condensatoare) și se înregistrează valorile parametrilor electrici ai acestora.

În ultimul timp, pentru proiectarea expeditivă a traseelor conductoare se folosește o bandă și pastile de culoare neagră, cu adeziv puternic pe o față care dă posibilitatea lipirii pe un suport din hirtie sau sticlă stratificată. Cu această bandă se pot trasa circuite de lățimea dorită și de orice formă geometrică; fiind lipsită de reflexie ea dă o reproducere bună a suportului placat. La urmă, placa cu circuitul imprimat se acoperă cu un film protector care servește și ca flux în opera de lipire.

Adeseori, pentru a ușura sudura și a mări rezistența de îmbinare, găurile de fixare a bornelor de ieșire ale pieselor se metalizează.

În general, succesiunea operațiilor după imprimarea tra-seului conductor este: decapare, găurire, degresare, pasivizare și acoperire cu strat protector.

Deoarece aderența foitei de Cu ce formează circuitul pe placa-suport nu este totdeauna suficient de puternică, se folosesc uneori nituri tubulare (capsae), care se fixează în găurile de trecere a bornelor și care înlătură pericolul desprinderii foitei de Cu, în cazul deslipirii bornelor pentru reparare în montaj sau în cazul aplicării unor forțe asupra piesei (fig. IV.5).

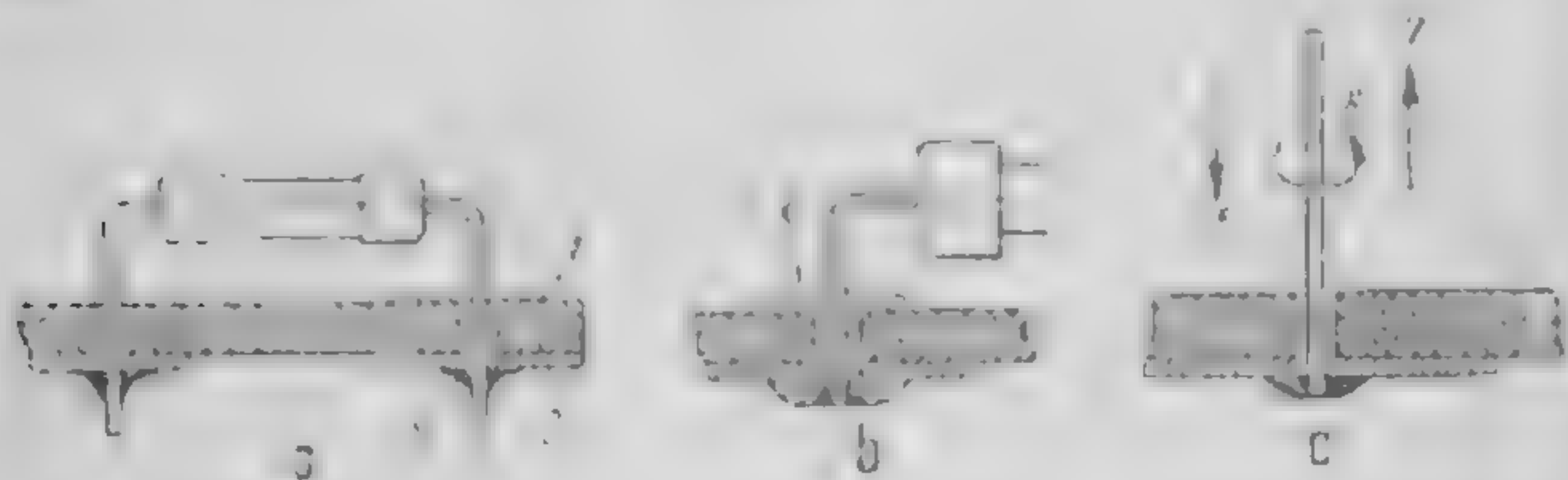


Fig. IV.5. Îmbinarea bornelor de ieșire cu conductorul imprimat și efectul unor forțe aplicate pe piesă:

a — îmbinare normală; b — îmbinare cu capsă; c — rezistența îmbinării; 1 — suport izolant; 2 — foaie de Cu; 3 — lipitură; 4 — capsă bercluită; 5 — forță ce slăbește mult îmbinarea; 6 — forță ce slăbește mai puțin îmbinarea; 7 — forță ce nu slăbește îmbinarea.

Bercluirea (nituirea) niturilor (capselor) trebuie astfel făcută, încât să nu lase posibilitatea corodării de către resturile de fondant activ sub marginile capșei necorespunzător întoarse. Cum aceste nituri complică procesul tehnologic, îngreunează placa și-i măresc prețul de cost, s-au căutat alte soluții de așezare, care totuși să nu provoace deslipirea foitei de Cu sub apăsarea piesei sau la șocuri mecanice, sprijinind piesele pe umeri, formați din însăși bornele de ieșire, sau direct pe suprafața plăcii (fig. IV.6).

Montajele pe plăci cu circuite imprimate aduc o serie de avantaje:

— ușurința în muncă și o mare productivitate prin folosirea unor procedee avansate de lipire;

— posibilități largi de mecanizare și automatizare a montării pieselor.

Pentru aceasta, însă, piesele trebuie să îndeplinească unele condiții:

— să fie standardizate (de preferință să aibă forma circulară, bornelor, care se pot îndoi mai ușor în orice sens și din orice direcție orientării acestora în cazul celor polarizate);

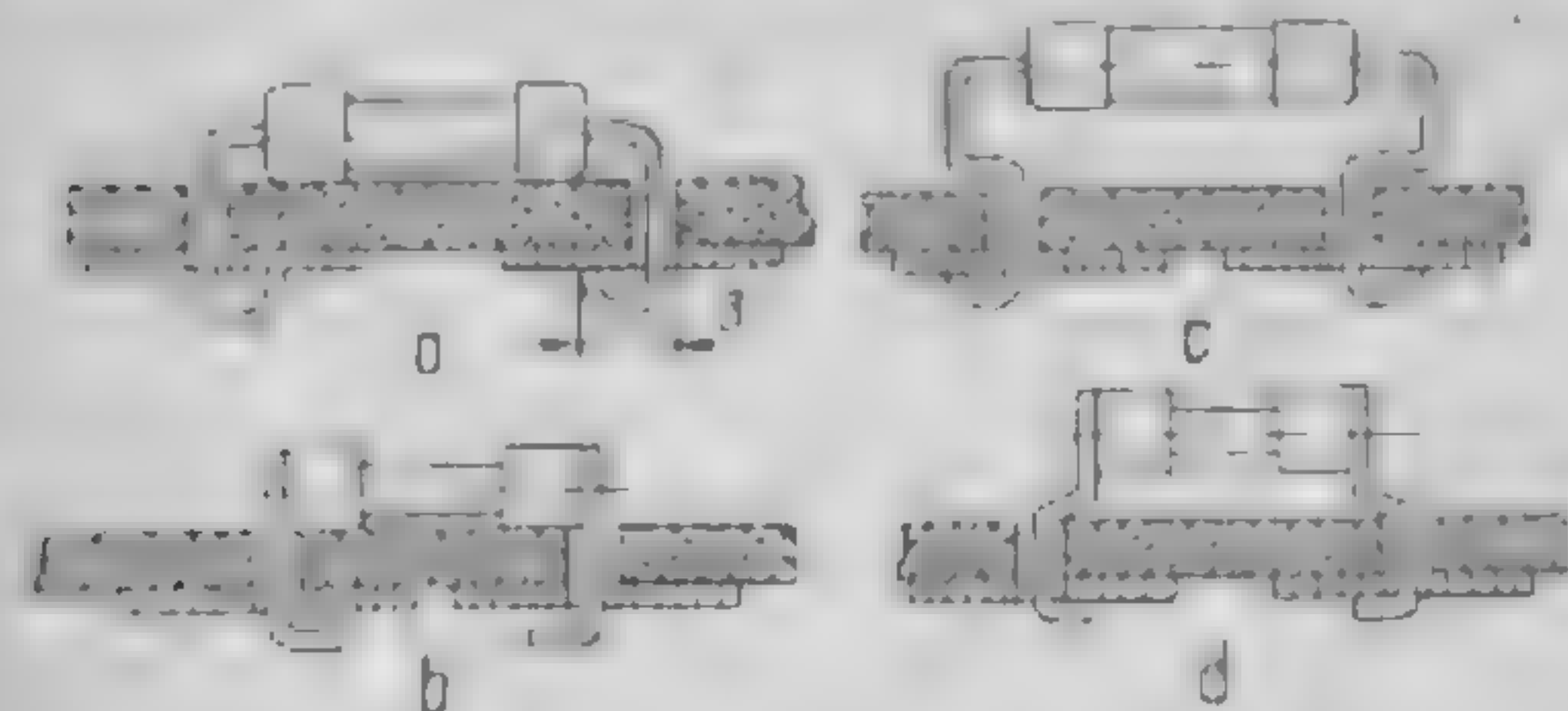


Fig. IV.6. Diferite poziții ale piesei pe placa imprimată: a, b — piesa se sprijină direct pe placă; c, d — piesa se sprijină prin umerii bornelor de ieșire.

— să nu-și varieze parametrii nominali în timpul procesului tehnologic de montaj, lipire etc.

S-au construit diferite mașini pentru efectuarea automată a montajului plăcilor cu circuite imprimate. Acestea fac posibilă curățarea vopselei sau a lacului de pe borne, de îndepărtarea a bornelor în găuri și îndoirea capetelor pe fața opusă a plăcii, conform cerințelor tehnologice, de lipire, de siguranță în funcționare.

V. METODE DE LIPIRE, UTILAJE, SCULE ȘI DISPOZITIVE FOLOSITE

Pentru realizarea lipiturilor cu aliaje de lipit ușor fuzibile, în tehnologia radiotehnice, se folosesc diverse utilaje, scule și dispozitive, fiecare din acestea impunând o anumită metodă de lipire.

Lipirea cu ciocanul de lipit

Una din metodele de lipire în montajele radiotehnice este lipirea cu ciocanul de lipit cu acțiune continuă.

Cele mai simple ciocane de lipit se compun, de obicei, din următoarele piese mai importante:

- o tijă de Cu, cu diametrul cuprins între 6 și 10 mm și lungimea, între 100 și 150 mm;
- un element de încălzire (de obicei o spirală de Cr-Ni);
- un strat de azbest sau micașă, care izolează tijă de Cu de elementul de încălzire;
- o carcasă de tablă care închide elementul de încălzire;
- un cablu de alimentare cu o fișă bipolară;
- un miner lung de 100–150 mm.

Temperatura necesară la locul de lipire se realizează prin alegerea puterii corespunzătoare a elementului de încălzire și a masei tijei de Cu. Pentru lipirea îmbinărilor, în radio-tehnică se folosesc ciocane de lipit cu puteri de la 50 la 200 W, în funcție de mărimea pieselor și de felul îmbinării. Alimentarea ciocanului de lipit se face de la rețeaua electrică printr-un transformator coborât de tensiune de 12–36 V. Alimentarea direct de la tensiunea de 110 sau 220 V nu este indicată, întrucât o străpungere a izolației între elementul de încălzire și tijă este periculoasă pentru operator.

Ciocanul trebuie să se încălzească repede, în aproximativ 1½ minute de la conectare, să fie ușor și comod, iar tijă să poată fi ușor înlocuită, atunci când, pe măsură ce se uzază în urma curățărilor, i se modifică temperatura de încălzire.

Forma tijei ciocanului poate fi dreaptă sau îndoită. Vîrfurile de lipire se pregătesc astfel: în stare rece se pilește curat

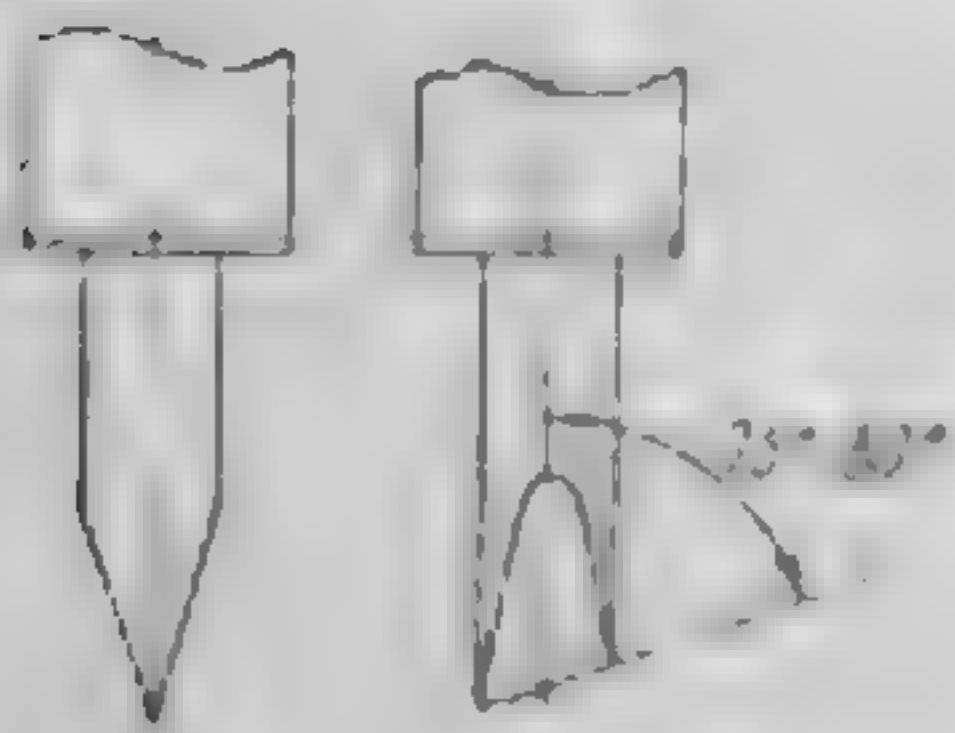


Fig. V.1. Formele vîrfurilor tijei ciocanului de lipit executată prin pilire.

întreaga piesă de Cu pînă cînd dispar toate punctele negre (zgura); apoi se freacă cu hîrtie de șlefuit pînă cînd piesa devine strălucitoare, și numai după aceea se conectează.

În timpul încălzirii se unge cu colofoniu pînă cînd acesta începe să fumige prin ardere; se înmoaie apoi vîrfurile în aliaj de lipit și colofoniu. Partea de lucru a tijei ciocanului de lipit se pilește în forma arătată în fig. V.1, pentru a ușura scurgerea aliajului de lipit la locul îmbinării.

Vîrfurile de lucru ale ciocanului de lipit trebuie acoperite în timpul încălzirii la peste 125°C și periodic, în timpul lucrului, cu colofoniu, pentru a-l feri de oxidare.

La temperatura de topire a aliajului de lipit, vîrfurile se aplică pe aliaj, și astfel acoperindu-se este protejat de oxidare.

În timpul unei folosiri îndelungate, pe partea de lucru a ciocanului de lipit apar fisuri, în urma dizolvării superficiale a Cu; alteori, tot ca urmare a unei îndelungate folosiri, apar pe partea de lucru surouri cu conductivitate termică redusă, care trebuie îndepărtate prin ștergere cu cârpa sau curățare în colofoniu.

Ciocanul de lipit a ajuns la temperatura optimă cînd el se topește repede (însă fără să alunece de pe partea de lucru), iar colofoniul fierbe pe vîrfurile acestuia.

Temperatura de lucru a ciocanului se menține între 200 și 250°C.

Pentru lipirea cu aliaj $\text{Sn}_{60}\text{-Pb}_{40}$ (LP60), temperatura de lucru a ciocanului este corespunzătoare dacă vîrfurile sunt aplicate la aliaj de ziar o aprinde pînă la 5 secunde.

În perioada de lucru, ciocanul trebuie sprijinit pe un suport.

Pentru lipirea pieselor în montajele-radio se folosesc mai multe ciocane cu puteri de la 50 la 100 W, cu temperatura de lucru de aproximativ 200°C. În cazul folosirii aliajului $\text{Pb}_{60}\text{-Sn}_{40}$ de aproximativ 250°C în cazul folosirii aliajului $\text{Pb}_{50}\text{-Sn}_{50}$. Pentru executarea lipirii în apropierea altor lipituri existente, sau a unor piese sensibile la căldură (bobine transformatoare îmbinate cu lacuri de protecție, plăci electroizolante, compunduri de impregnare, diode cu Ge, tranzistoare) se folosesc aliaje de lipit cu puncte de topire mai joase și vîrfuri mai scîzute ale vîrfurilor ciocanului de lipit.

Operația de lipire propriu-zisă constă în:

— aplicarea fondantului lichid, cu pensula, pe locul de lipire;

— aplicarea aliajului de lipit cu ciocanul pe locul îmbinării și fixare mecanică;

— încălzirea locului lipiturii cu ciocanul, pînă cînd aliajul de lipit se topește, umezește locul și pătrunde în interstițiile care se lipsesc și fuzionează cu metalele de bază;

— îndepărtarea vîrfurilor ciocanului.

Aliajele se transportă la locul lipiturii pe vîrfurile ciocanului și, în mod recomandabil, se așază acolo sub formă de stîmă.

Piese care trebuie să rămîină nemășcate pînă cînd aliajul se solidifică.

Se dau, în continuare, o serie de recomandări privitoare la lipirea cu ciocanul de lipit în montajele-radio.

— Fondantul lichid, se va aplica cu o pensulă școlară (nr. 2—4), în strat subțire pe locul lipiturii, pentru a nu se întinde pe suprafața pieselor, producând colectare de impurități, pătrundem nepermise în locuri de contact (suporturi de tuburi electronice, potențiometre, comutatoare etc.).

— Se poate folosi colofoniu solid, în care se înmoaie vârful ciocanului și se transportă o dată cu aliajul de lipit la locul lipiturii; acest sistem este neeconomic, consumând mult colofoniu.

— Aliajul de lipit se va aduce la locul lipiturii sub formă de sîrmă (aliaj tubular), care se va ține cu o mîină, iar cu cealaltă se va manevra ciocanul, încălzindu-se locul lipiturii și aliajul de lipit; aliajul se transportă la locul de lipire și direct pe vârful ciocanului, un vîrf bine cositorit putînd transporta atîta cositor cît este necesar pentru o lipitură normală.

Cantitatea de aliaj care trebuie să rămînă pe locul lipirii se va aprecia vizual, ca rezultat al practicii; se poate spune că rezistența lipiturii nu este proporțională cu cantitatea de aliaj, rezistența maximă fiind dată de lipitura subțire, cu strat minim de aliaj (0,08 mm).

— Se va alege, în raport cu mărimea necesară a lipiturii, un aliaj tubular convenabil, cu diametrul exterior cuprins între 1,5 și 3 mm.

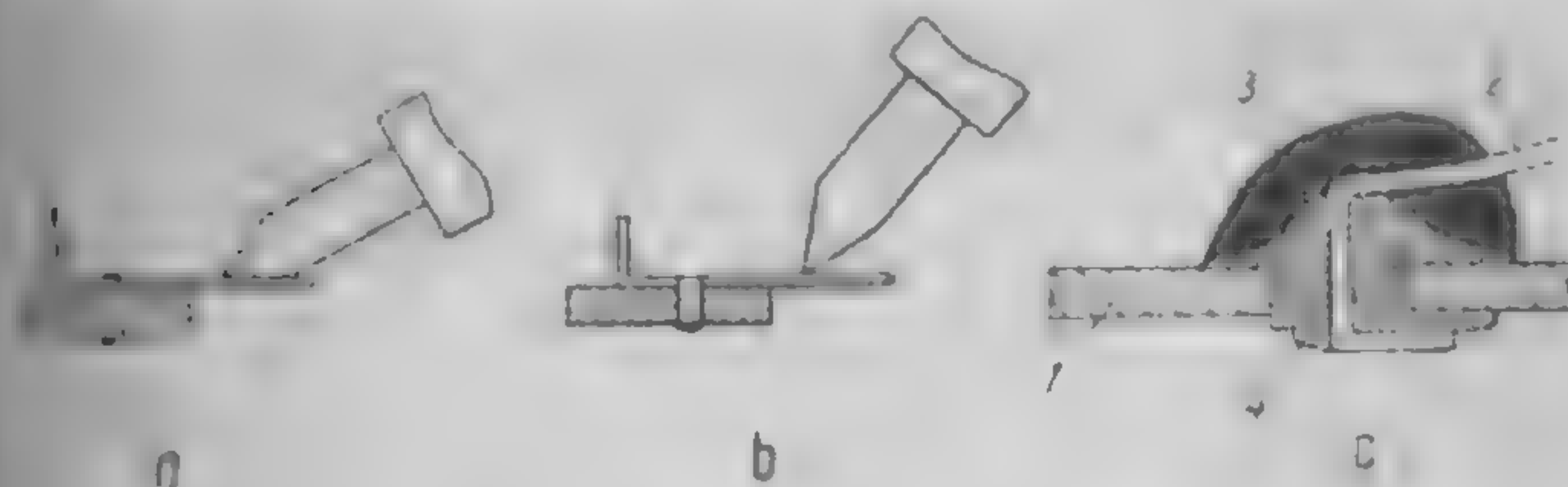
— Se va prefera, de cîte ori este posibil, folosirea aliajului tubular, care ușurează lipirea la locuri greu accesibile, reduce consumul de aliaj și fondant, diminuează operația de aplicare a fondantului cu pensula, mășorează numărul de mîinuri în operația de lipire și înlătură posibilitatea impurificării lipiturii prin fondant; cum aliajul tubular conține cantitatea optimă de fondant, se va evita aducerea unei prea mari cantități de aliaj la locul lipiturii, care ar aduce și un exces de fondant cu urmări neferice (lipituri false, impurificări).

— Ciocanul de lipit se așază la locul îmbinării astfel, încît să transmită metalelor de bază și aliajului de lipit întreaga căldură necesară, știut fiind că acestea au de obicei o conductivitate termică ridicată și disipă repede căldura (fig. V.2, a, b); o încălzire necorespunzătoare a locului de lipire și un exces de fondant conduc la realizarea așa-numitelor lipituri false (fig. V.2, c).

— Cînd se lipesc două piese diferite ca dimensiuni, ciocanul se va așeza pe piesa mai mare, iar în cazul pieselor cu

conductivitate diferită, pe piesa cu conductivitate termică mică.

După așezarea ciocanului pe locul lipiturii, acesta nu se mișcă pînă cînd aliajul nu s-a topit și n-a curs umplînd



V.2. Poziția ciocanului de lipit pe piesă în timpul lipirii:

a - greșit; b - lipitură falsă; c - lamă de metal; 1 - conductor; 2 - aliajul din lipitură; 3 - fondant mare

mișcă; numai după aceea ciocanul se poate mișca de-a lungul suprafeței pentru a asigura întinderea aliajului de lipit.

Se va lucra cu un ciocan normal încălzit; o încălzire mică nu conduce la fluidizarea aliajului, și — ca urmare — aliajul nu pătrunde în interstiții, producînd lipituri false.

Un ciocan prea fierd, care are rezistență mecanică mică și conductivitate termică mică, poate produce supraîncălzirea vârfului de ciocan, care poate să ardă sau să absoarbă de pe locul de lipire, nemaiavînd timp să se solidifice. Se știe că aliajul LP63, denumit și aliaj de capacitate, prezintă sub formă tubulară, are temperatura de topire de aproximativ 180°C, iar cea de lipire, de 240°C.

Pe totă durata lipirii, piesele de lipit trebuie să rămîn în poziție, pînă cînd aliajul se solidifică; ansamblul nu va fi de mișcare și vibrații pe tot timpul efectuării lipirii.

În fig. V.3 se prezintă lipirea într-un montaj radio-fonografic pe cadru metalic care îl fereste de vibrații și asigură accesul la toate punctele de lipire.

Se va avea grijă ca în timpul lipirii să nu-și modifice poziția nici alte piese sau ansambluri care ar putea fi tensiometre, piese de cuprărire, etc.; se va evita întinderea contactelor pe suporturile tuburilor electronice, căci aceasta ar putea să modifice poziția locașelor piciorușelor tubului; se evită ușor deplasarea tubului calibrat (o piesă cu piciorușe care le înfățișează pe contacte) și care se vor fixa în suporturile tuburilor electronice pe tot timpul operației de lipire pe contactele

acestora (fig. V.4). Pentru a ușura lipirea acestor contacte, ele se deschid prin îndoire la un unghi de 45° cu ajutorul piesei-cinperă.

— În uzine și ateliere, unde se lucrează conform fișelor



Fig. V.3. Lipirea cu ciocanul de lipit într-un montaj radioelectronic fixat pe cadrul metalic (vedere).

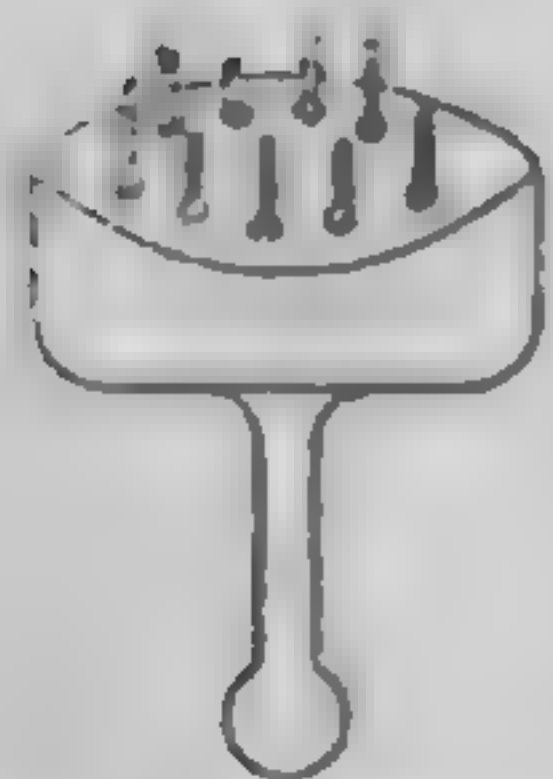


Fig. V.4. Calibrul care se introduce în găurile suportului tubului electronic pe timpul lipirii.

tehnologice, se va respecta succesiunea executării lipiturilor, pentru a nu lipi prea devreme puncte unde urmează să se fixeze spre lipire și alte piese; în acest scop — în fluxul tehnologic — la locurile de muncă unde se efectuează lipituri, se vor afișa schemele sau modelele cu operațiile de lipire ale locului de muncă respectiv, trasate în culori (de ex. se marchează cu roșu piesele și punctele care se lipesc la locul de muncă, respectiv cu negru cele care s-au efectuat la locul de muncă precedent, și cu albastru, cele ale locului de muncă următor); se pot,

de asemenea, numera piesele și punctele de lipire pentru a se arăta succesiunea acestora.

Dacă este absolut necesar ca lipiturile să fie spălate și să a fost folosit accidental un fondant activ care ar putea cauza coroziuni în timp) se folosește pentru aceasta o pensă din bumbac, înfășurați pe o pensetă și îmbibați alcool, benzină sau acetonă. Se va avea grijă să nu se facă marcările pieselor.

— La montajele pe plăci cu circuite imprimate, unde etapele de lipire sînt situate pe aceeași parte a plăcii, pentru a se impune metode expeditivă și cu mare productivitate (de ex. în băi sau cu instalații semiautomate), ciocanul de lipit rămînd a fi folosit în cazul depunerilor, de către radio-
turi și, mai rar, în uzine. Cînd însă, pentru montaje se folosesc plăci cu circuite imprimate pe ambele fețe, lipirea cu ciocanul de lipit rămîne însă singura metodă folosibilă.

Lipirea în băi de lipire

S-au construit tipuri de băi de lipire cu cositor pentru satisfacerea diverselor nevoi de producție, acestea variînd în putere, mărime, tensiune de alimentare (de ex. băi de 1 W; 250 W; 500 W; 750 W, cu suprafață utilă de la 100 cm² la peste 500 cm², alimentate direct de la rețea sau printr-un transformator coborîtor de tensiune de 24—36 V).

Afel, pentru cositorit capete de conexiuni sau capetele de ieșire ale rezistențelor și condensatoarelor se folosesc băi de 150 W, alimentate la 24 V.

Pentru lipirea de serii mijlocii și mari de montaje pe plăci cu circuite imprimate se poate folosi o baie de lipire de mărime medie, cu o suprafață utilă de 400 × 200 mm, folosind al LP60.

Lucrul în băi se poate face cu ajutorul a trei rezistențe, conectate în triunghi, la rețeaua de 220 V trifazată, sau, în particular, la 220 V bifazat; comanda automată se face printr-un termostaț cu un termostaț; punerea în funcțiune se face printr-un întrerupător; variația de temperatură nu depășește $\pm 5^\circ\text{C}$.

Lucrul la temperatură se face astfel:

— se încălzește baia prin întrerupătorul C;

— se reglează termostatul pe 250°C ;

— la 15 min. după intrarea în regim se controlează temperatura cu ajutorul unui termometru de 300°C ; dacă aceasta marchează 230° , se rotește în sens butonul

grădat al termostatlui către zero, până se obține punctul declanșării disjunctivului;

— la punerea în funcțiune următoare se acționează numai de la întreruptorul C (fig. V.5).

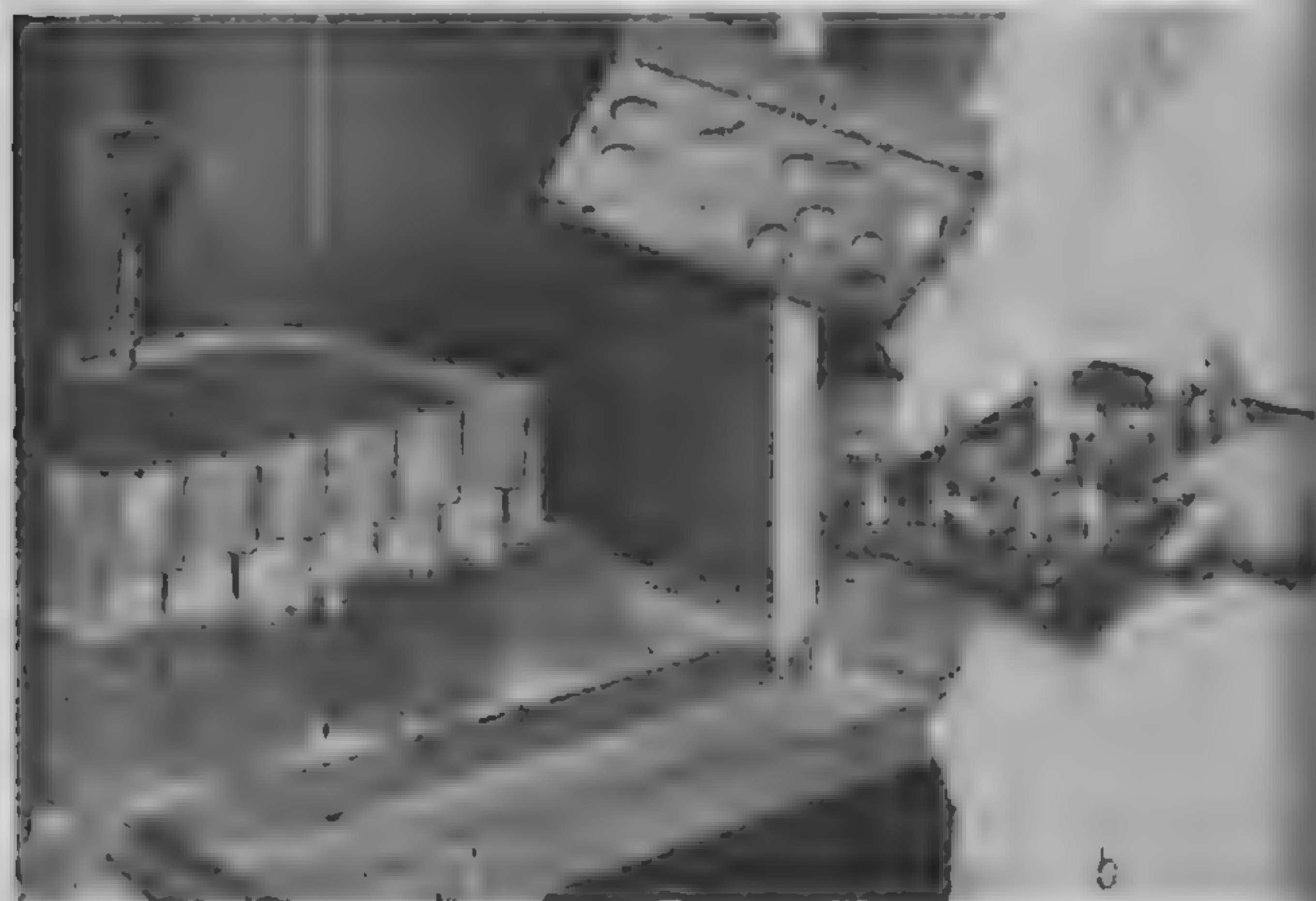
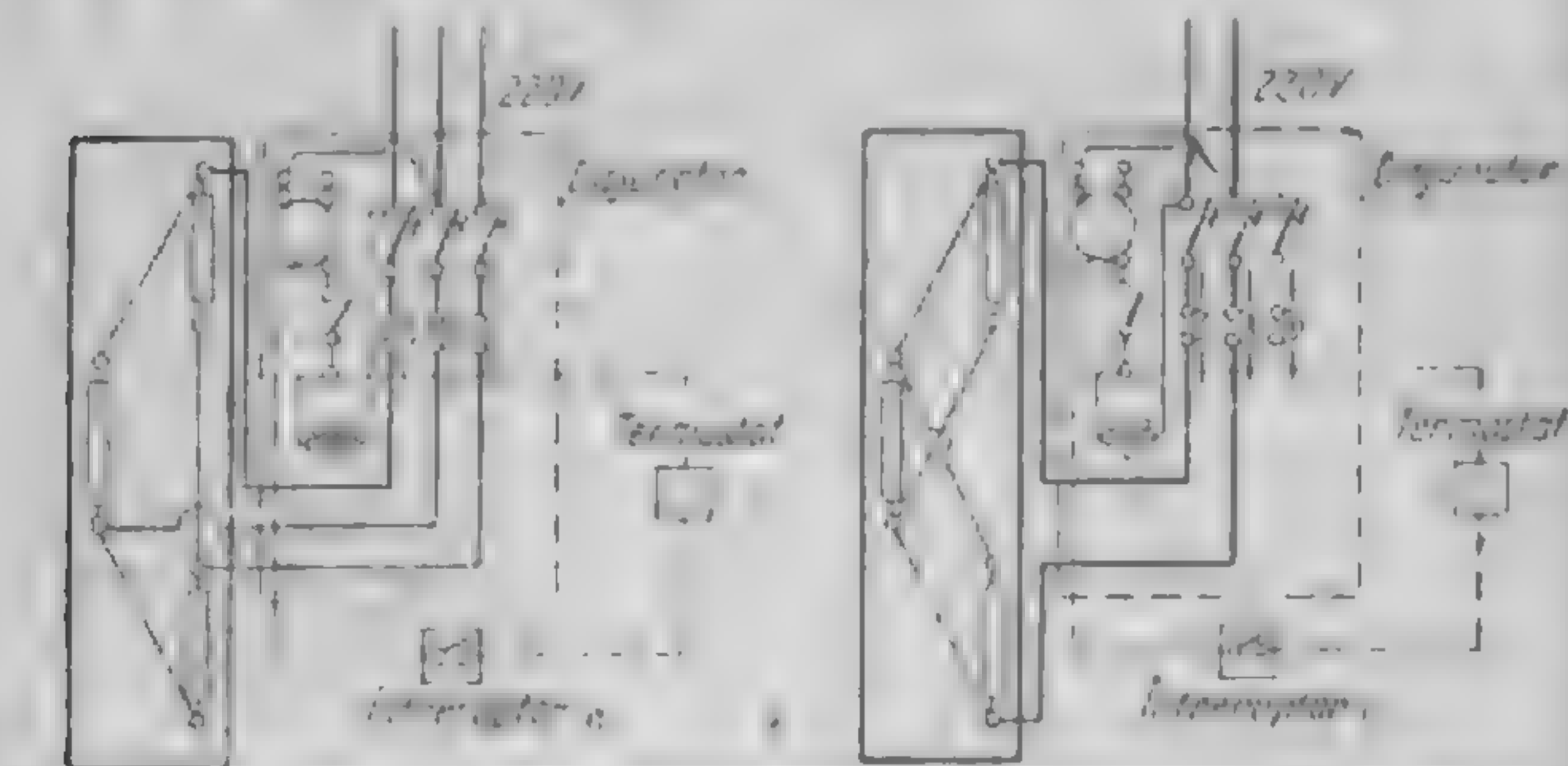


Fig. V.5. Baie de lipire:

a - schema electrică; b - baie în lucru.

Temperatura de folosire a băii este cuprinsă între 225° și 245° , durata lipirii fiind cuprinsă între 5 și 15 secunde.

În cap. IV s-a arătat că, la procedeul de realizare a circuitelor imprimate prin corodare, colofoniul cu ceară constituie fondantul care acoperă pelicula de Cu și în procesul de lipire

în cazul folosirii procedeului de realizare a circuitelor prin montaj, ca fondant se folosește soluția de colofoniu în alcool, și se aplică pe placă cu o pensulă sau cu un pistol de vopsea. După montarea pieselor, placa ținându-se cu o mână înclinată — pentru a nu pătrunde fondantul prin găuri în piese — se usucă apoi pe suporturi, așezată cu fondantul în jos. Placa astfel pregătită (cu piesele montate pe ea și acoperită cu fondant) se cufundă în topitură până la $1/2$ din înălțimea sa, după ce în prealabil de pe suprafața oglinzii de topitură a fost îndepărtat stratul de oxizi cu o lopățică; apoi, pentru a preveni oxidarea, se acoperă oglinda de topitură cu un strat subțire de ulei de cocos. Pe timpul cufundării, placa va fi fixată pe un dispozitiv. Nu se recomandă prinderea plăcii de piesele mai mari fixate pe ea, întrucât se pot mișca și fi în poziție necorespunzătoare.

Temperatura aliajului și durata de lipire determină regiunea de lucru.

În cap. I s-a arătat că o lipire bună are loc când se face o umezire bună a suprafeței de lipire.

Corectările efectuate în cazul folosirii aliajului de lipit 60/40, cu durată de lipire de 3 secunde, au arătat că în inter-

valul de la punctul eutectic de topire, $183,3^{\circ}\text{C}$,

la temperatura de 240°C se face o umezire parțială a suprafeței de Cu pe placă, în timp ce la

temperatura de 260°C se face o umezire totală a suprafeței de Cu.

Pe lângă o umezire totală a suprafeței de Cu, se poate produce și o deteriorare a suprafeței de Cu (fig. V.6).

Se alege ca temperatura optimă cea între 245° — 250°C , care este invariabilă, și care este recomandată pentru o bună lipire.

La efectuarea lipirii, placa se cufundă în topitură plană, pe direcție verticală a plăcii, aburii de alcool și solventului scapă cu oarecare greutate de sub placă, iar în timpul ridicării, excesul de aliaj pe placă nu se ridică întotdeauna complet (fig. V.7); pentru evitarea

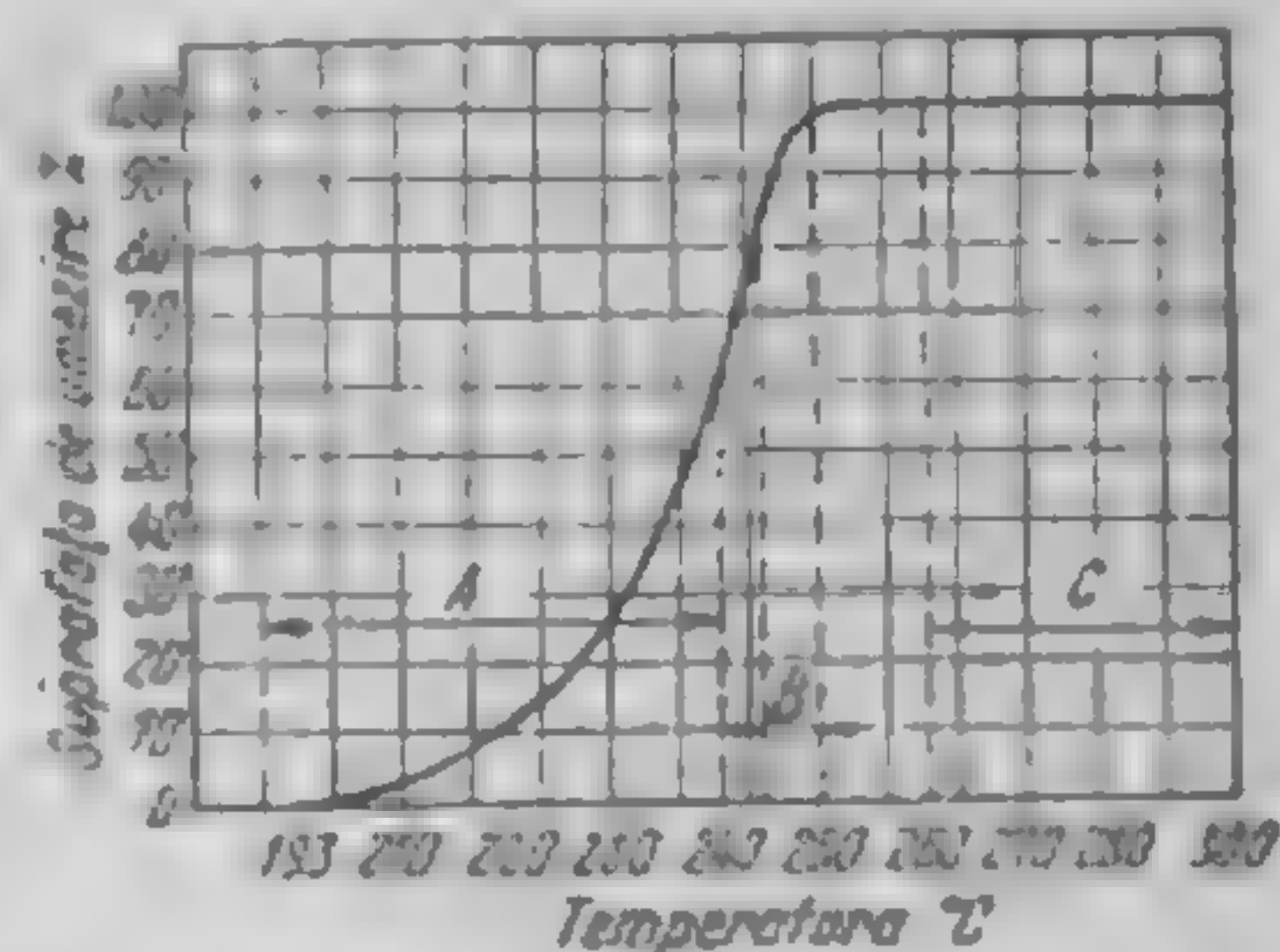


Fig. V.6. Curba de variație a suprafeței de umezire în funcție de temperatura aliajului:

A — zona umezirii parțiale; B — zona umezirii optime; C — zona umezirii totale.

La efectuarea lipirii, placa se cufundă în topitură plană, pe direcție verticală a plăcii, aburii de alcool și solventului scapă cu oarecare greutate de sub placă, iar în timpul ridicării, excesul de aliaj pe placă nu se ridică întotdeauna complet (fig. V.7); pentru evitarea

acestui neajuns s-a încercat scuturarea ușoară sau vibrarea la o frecvență de 50 Hz a plăcii, pe timpul cufundării sau în momentul ridicării, la o amplitudine mică pe verticală; acest fapt a provocat însă unele neajunsuri.

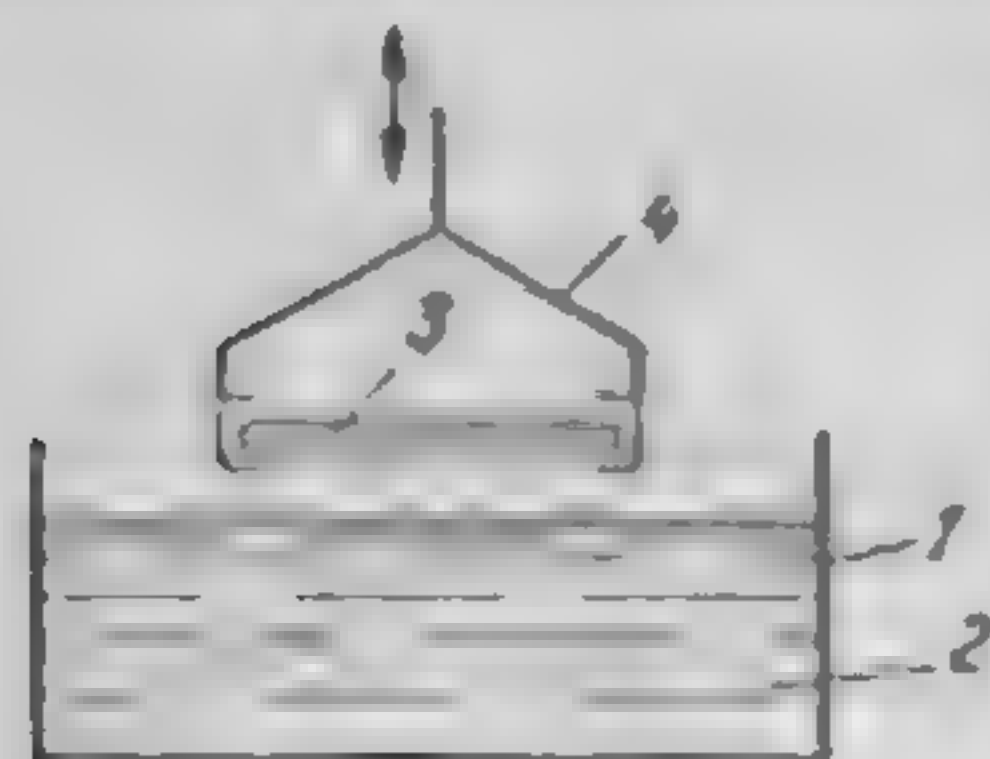


Fig. V.7. Cufundarea plană a plăcii în baia de lipire: 1 - baia; 2 - aliaj în stare topită; 3 - placă imprimată; 4 - suport.

Uneori se face lipirea menținând placa fixă și deplasând baia de lipire pe direcția verticală de jos în sus, către placă. În același timp, aliajul topit se pompează printr-un număr

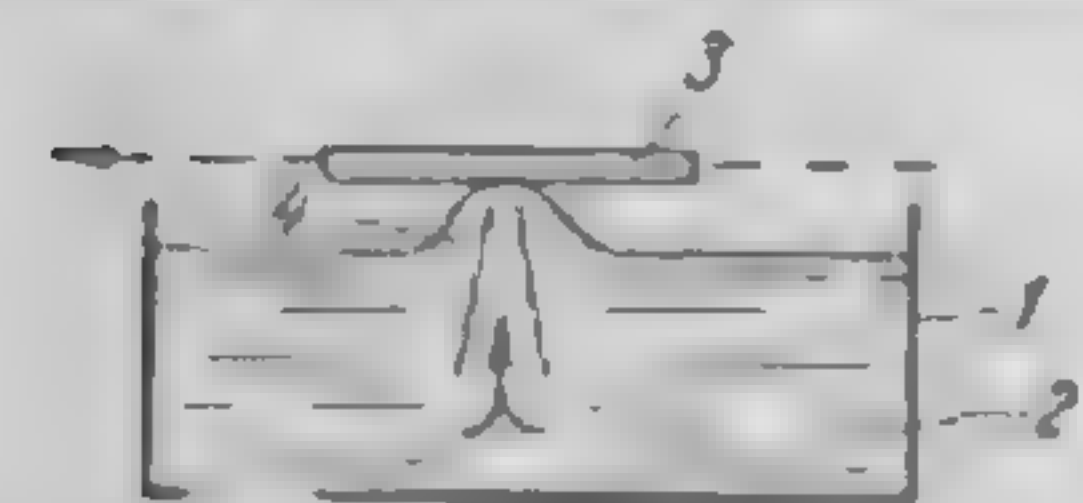


Fig. V.8. Lipirea prin ajutaje: 1 - baia; 2 - aliaj; 3 - placă; 4 - ajutaj.

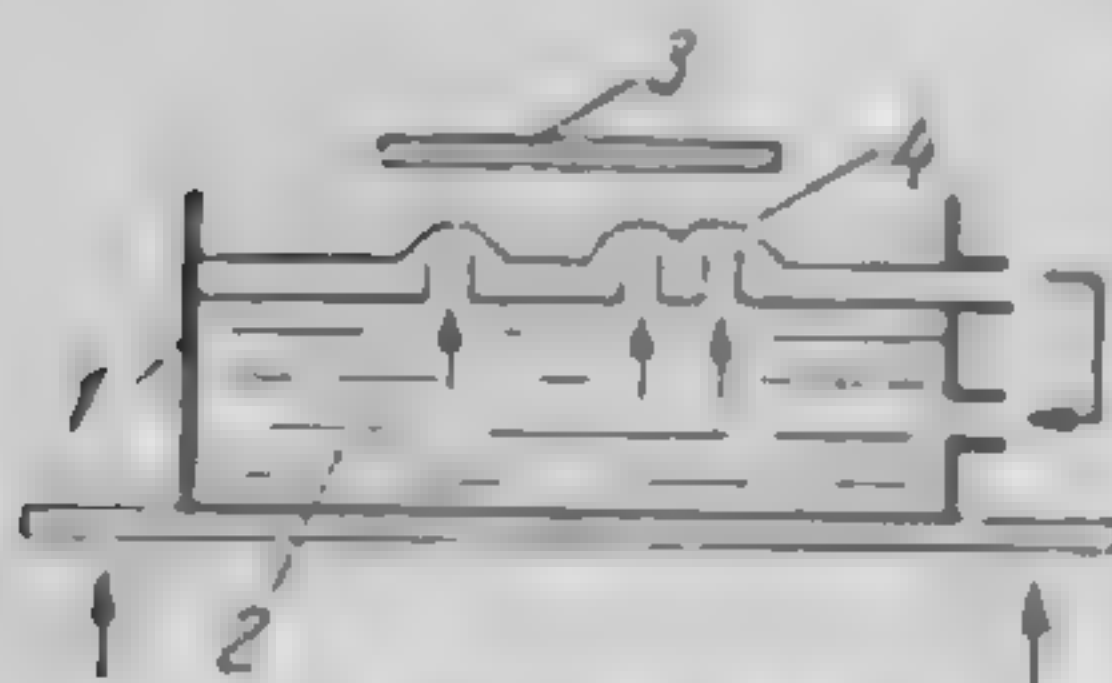


Fig. V.9. Deplasarea băii de lipit și pomparea aliajului prin ajutaje: 1 - baia; 2 - aliaj; 3 - placă; 4 - ajutaj.

tă durată, și scoaterea sub același unghi care favorizează

jarea aburului și a excesului de aliaj amintite mai (fig. V.10).

Uneori, placa introdusă în baie sub un unghi este deplasată (plutită) pe oglinda băii de lipire, cu ușoară vibrații.

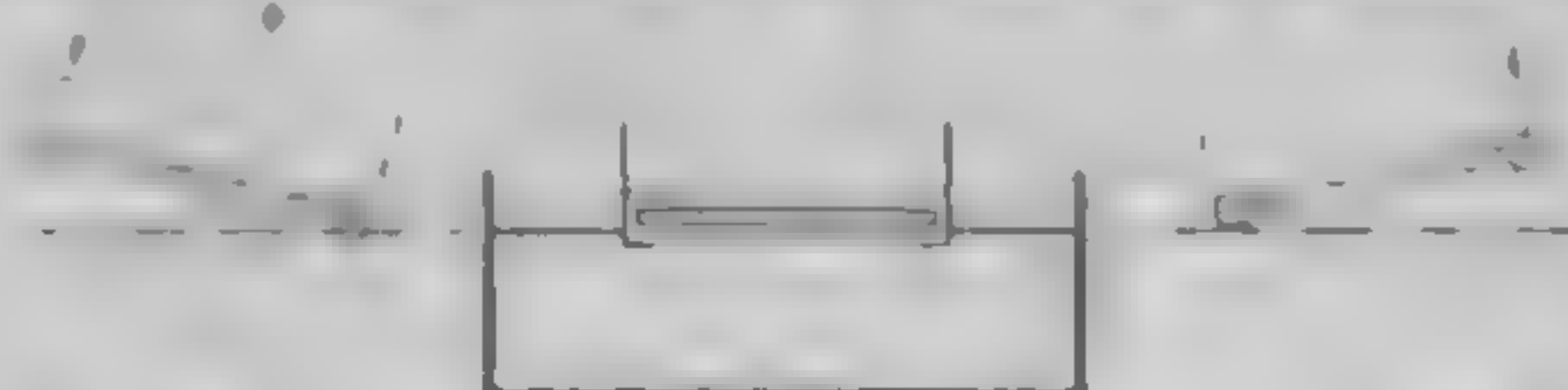


Fig. V.10. Cufundarea plăcii în baie sub un anumit unghi.

Metoda dă rezultate bune (fig. V.11).

O altă variantă o constituie metoda oscilantă. În acest caz, placa cu circuite imprimate purtând piesele montate pe ea este ușor curbată sub formă de segment de cerc, și dis-

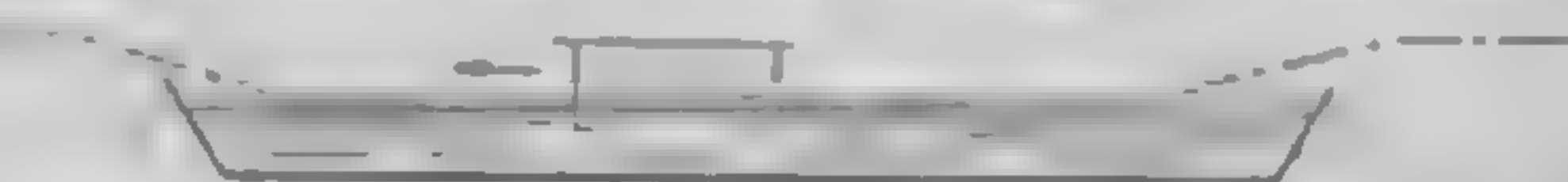


Fig. V.11. Cufundarea plăcii sub un anumit unghi și plutirea pe suprafața aliajului.

pe un sector oscilant care atinge tangențial suprafața. Metoda se poate folosi numai în cazuri speciale, când suprafața mare, iar piesele montate pe ea sînt rare (fig. V.12).

O altă metodă, numită metoda „cascadelor” este aceea, în care placa imprimată se mișcă rectiliniu pe o direcție ascen-

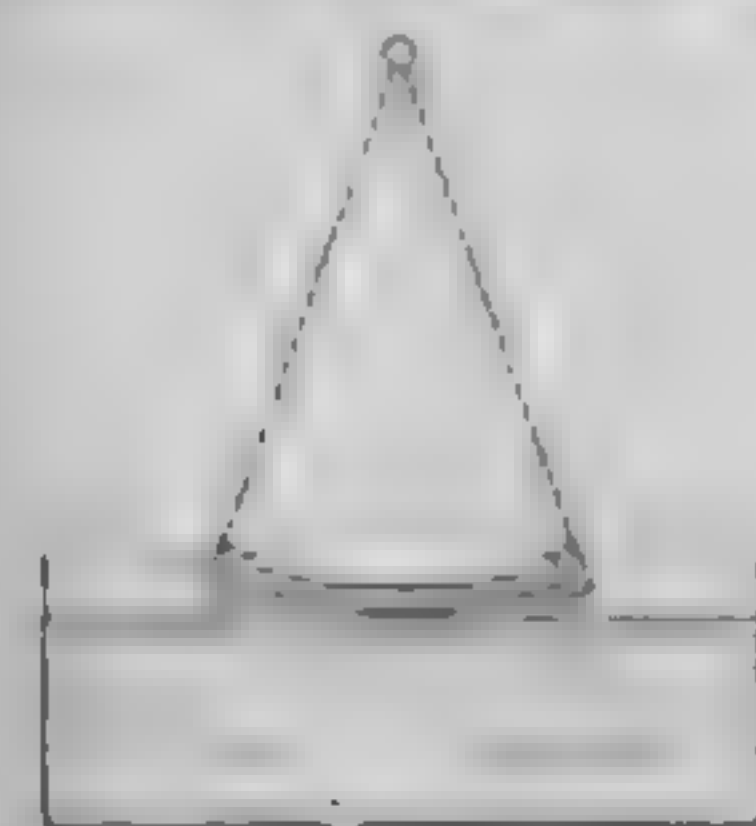


Fig. V.12. Deplasarea oscilantă a plăcii pe suprafața aliajului.

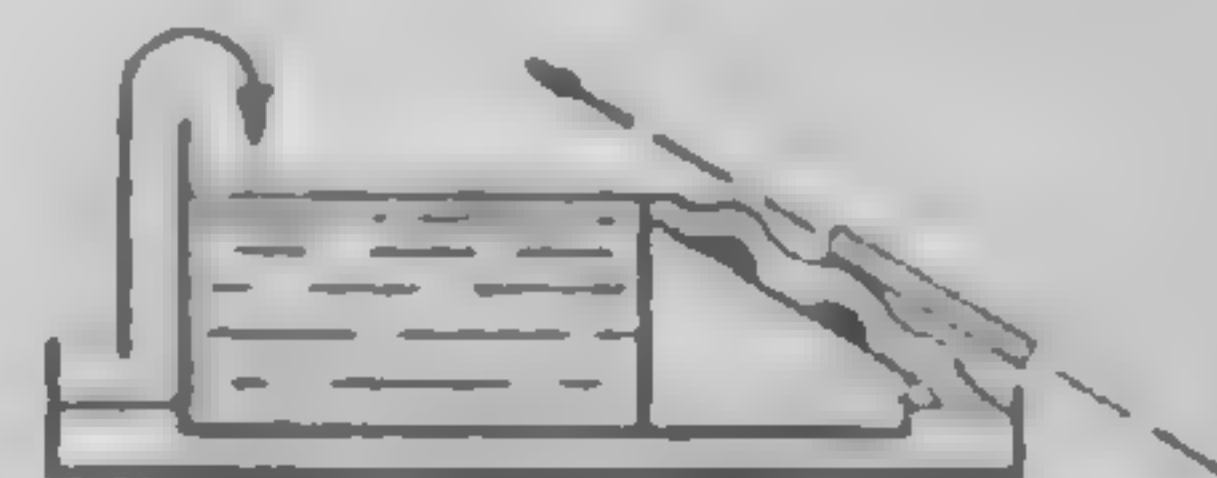


Fig. V.13. Lipirea în „cascadă”.

impotriva unui curent de aliaj de lipit care se scurge în cascade peste obstacole, udînd placa, pe fața de jos, ținută (fig. V.13).

Oricare ar fi metoda aplicată, lipirea în băi impune măsuri speciale de curățenie față de lipirea cu ciocanul.

Pentru a folosi avantajele evidente ale procedurii de lipire în băi (productivitate mare, calitate superioară, consum scăzut de aliaj de lipit, posibilități de menținere a unei temperaturi fixe a aliajului de lipit etc.), se impune o supraveghere atentă a procesului — pentru a înlătura o serie de neajunsuri care ar putea apărea din cauza pieselor sau din cauza plăcii.

Se poate întâmpla, ca pe bornele de ieșire ale rezistențelor și condensatoarelor sau pe capetele conexiunilor confecționate din Cu cositorit, sau pe diferitele cotoare să nu adere parțial sau deloc aliajul de lipit. Cauzele neaderării pot fi:

— cositorirea necorespunzătoare a acestor borne sau conexiuni ca urmare a impurităților de Zn ale băii de cositorire, provenind din bornele de Am; neajunsul se poate remedia prin nichelarea bornelor de ieșire sau a conexiunilor, înainte de cositorirea lor, la cald (în procesul tehnologic de producție acestora);

— un strat prea mic de cositor depus galvanic pe Cu, care trebuie să nu fie mai mic de $7,5 \mu$; pentru piesele de alamă trebuie să se depună sub cositor un strat de $2,5 \mu$ de Cu;

— se poate ca stratul de cositor, inițial corespunzător depus pe conexiunea destinată lipirii, să se avarieze în timpul executării pieselor componente, prin ardere, prin impurități de lac, ori prin deteriorări mecanice.

Experiența a dovedit, că sîmna cositorită la cald se lipește în general mai ușor ca cea cositorită galvanic. De asemenea, cea acoperită cu $\text{Sn}_{65}\text{-Pb}_{35}$ (LP65) rezistă mai bine la depunere decît cea acoperită cu cositor pur.

Lipirea corespunzătoare pe foița de Cu de pe placă depinde în bună măsură de tratarea sa preliminară:

— cînd foița de Cu n-a fost bine curățată înainte de depunerea lacului de protecție, sau vopseala de protecție împotriva coroziunii la formarea traseelor n-a fost suficient eliminată, lipirea poate fi necorespunzătoare;

— cînd decapantul se usucă prea tare înainte de lipire ori lacul de protecție se întărește în timpul depozitării și nu se mai topește complet în timpul lipirii, aliajul de lipit nu adere bine pe foița de Cu; rezultă așa-numitele „pistrui” (părți din foița de Cu neacoperite);

— lacul de protecție nepotrivit, ori depozitarea plăcilor într-o atmosferă corozivă, oxidează puternic foița de Cu pe care apar pete verzi ori cenușii.

Foițele de Cu mate ori aspre se lipesc mai bine ca cele netede ori lustruite; se recomandă asprirea foiței de Cu printr-o ușoară curățire mecanică. Straturile de Cu depuse galvanic care au prin natura lor o suprafață granuloasă se lipesc mai ușor ca cele de Cu laminat. Pentru aceasta se practică cositorirea stratului de Cu, fie pe cale electrolitică cu aliaj $\text{Sn}_{65}\text{-Pb}_{35}$ în strat de 50μ , fie prin laminare la $0,1\text{--}0,3 \text{ mm}$ și depozitare în încăperi uscate.

În ultimul timp s-a încercat cu rezultate bune depunerea unui strat de nichel-cositor de aproximativ 50μ pe foița de Cu, pe cale galvanică; aceasta servește totodată ca mască împotriva gravare a traseului conductor și ca strat de protecție pe timpul depozitării.

Prin acoperire cu un strat de $0,025 \mu$ aur s-a obținut o rezistență de depozitare de peste 1 an, dar aderența topiturii este slabă. Argintarea învelișului de Cu de pe placă a avut uneori rezultat difuzarea Ag în placă, dînd naștere la curenți paraziti. Se folosesc uneori hîrtii de înfășurare impregnate cu soluție anticorozivă, care înlătură necesitatea acoperirii traseului conductor cu un lac protector.

Pentru a se înlătura existența unor interstiții mai mari de $0,1\text{--}0,2 \text{ mm}$, cînd topitura nu face îmbinarea corespunzătoare prin efectul capilar, s-a practicat placarea găurilor (acoperirea pereților lor cu foiță de Cu) și astfel aliajul topit se lipește pe întreaga grosime a plăcii, rezultă lipituri solide, înlăturînd și necesitatea îndoirii conexiunilor sau a bornelor de ieșire pe suprafața cuprată a plăcii; se va avea grijă ca găurile de Cu care înconjoară găurile să nu fie prea mici, iar găurile să fie concentrice, cu lățimea minimă a marginii de $0,75 \text{ mm}$.

Cînd privește adîncimea de cufundare a plăcii în aliaj, experiența a dovedit că aceasta poate întrece $1/2$ din grosimea plăcii, pînă la grosimea ei integrală; pericolul inundației suprafeței superioare a plăcii nu există, întrucît tensiunea superficială ridicată a materialului fluid îngăduie formarea unui menisc mai puternic care poate permite cufundarea chiar pînă la $1\text{--}2 \text{ mm}$ sub suprafața aliajului de lipit. Cînd placa se separă brusc de topitură, pot apărea punți de lipire și țurțuri; pentru a evita formarea lor, se poate folosi unghiul de scoaterea plăcii din baie. Pentru același

motiv se mai aplică trecerea succesivă la intervale mici a plăcii printr-un al doilea jet, ori trecerea printr-o undă de ceară, imediat după jetul de lipire. Scurgerea excesului de aliaj de pe placă depinde și de tensiunea superficială a topiturii.

Dacă fondantul mărește tensiunea superficială a topiturii, el mărește și tensiunea de contact (posibilitatea de umectare) dintre topitură și foaia de Cu, și unghiul limită este mai mic.

Impuritățile din baia de lipire pot reduce tensiunea superficială, deoarece ele formează straturi de oxizi rezistenți la acțiunea fondanților. Impuritățile de Zn, Al, peste 0,001%, ori Cd peste 0,005%, rezultate din acoperirile pieselor ce se lipesc, măresc viscozitatea topiturii.

În procesul de lipire, ca urmare a atacării foii de Cu de către aliajul topit, crește concentrația de Cu în baie și progresiv solubilitatea Cu scade. În fig. V.14 se arată cum la

temperatura de 250°C, într-o baie cu un conținut de 64% Sn, conținutul de Cu crește asimptotic până la 0,3% și rămâne la această valoare când nu influențează viscozitatea.

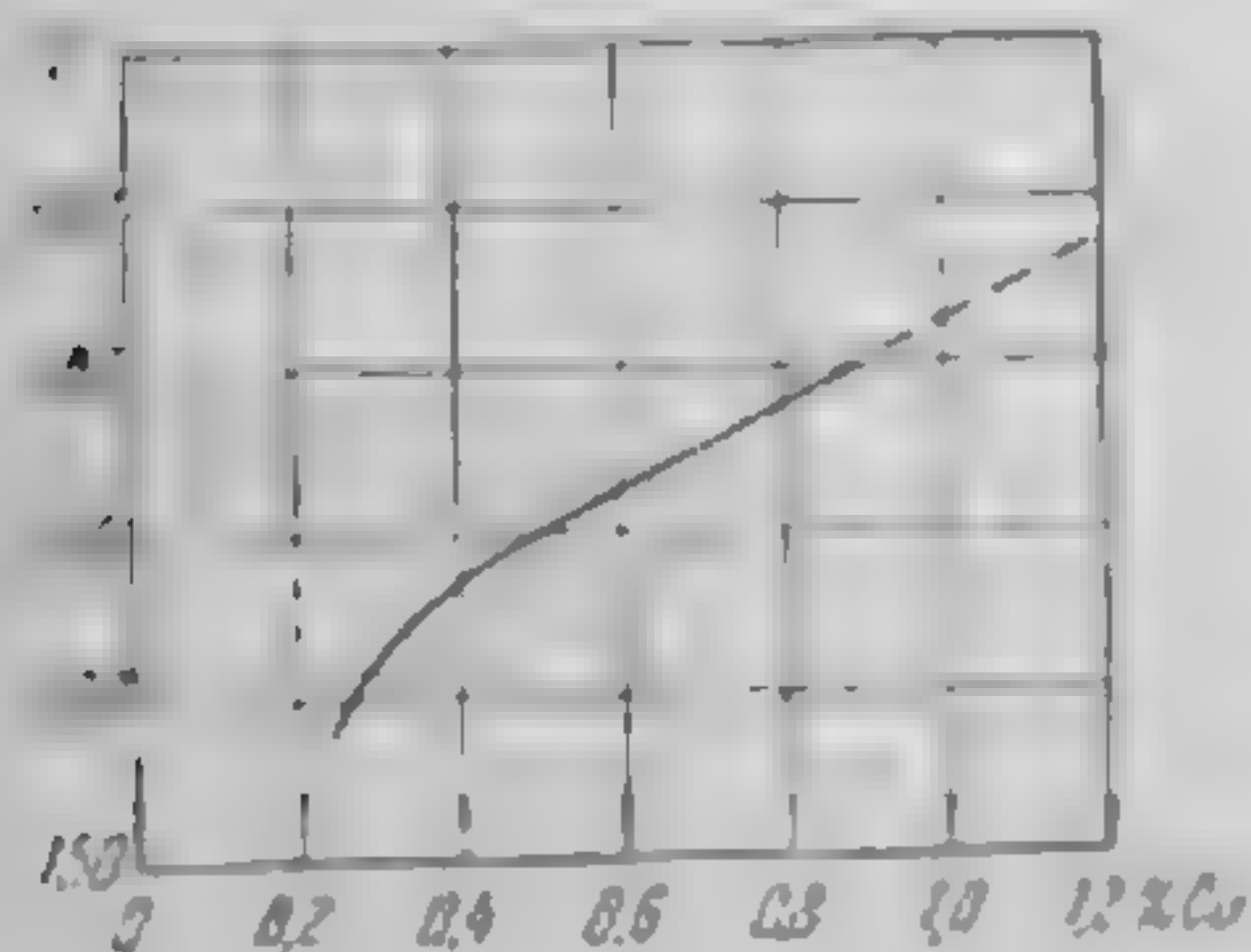


Fig. V.14. Solubilitatea Cu într-un aliaj cu 64% Sn.

3. Lipirea cu instalații semiautomate (cu jeturi)

Principiul acestui procedeu constă în:

— crearea unui jet (val) de aliaj, imobil, îngust și de aceeași înălțime, prin refularea pe verticală printr-un ajutor al aliajului topit;

— preîncălzirea plăcilor asamblate cu piese, și trecerea lor printr-o mașină de translație pe deasupra jetului, astfel încât acestea să facă contact cu jetul;

— spălarea (eventuală) și uscarea plăcilor.

S-au construit instalații complexe, automate, de mare productivitate, care fac operațiile enumerate mai sus în mod corect și continuu.

O astfel de instalație se compune din:

— ansamblul bloc pentru topirea și refularea aliajului prin ajutoraj, care conține baia de topire cu încălzitoare, baia

de refulare cu pompă, indicatorul de nivel al aliajului în baie, ansamblul de alimentare cu aliaj, blocul de etanșare pentru acoperirea suprafeței aliajului, spumantul din oțel inoxidabil;

— dispozitivul de alimentare cu flux cu pompă, indicator de nivel și perie ștergător de nailon;

— transportorul de plăci asamblate cu șine de culisare, lanț de antrenare, cărucioare port-plăci;

— dispozitivul de preîncălzire plăci (uscător de flux) cu raze infraroșii;

— ansamblul aparatelor de reglare cu panouri de comandă automată;

— ansamblul de alimentare de la o sursă monofazată sau trifazată.

Întreaga instalație se așază pe o placă orizontală din oțel și se fixează în șuruburi (fig. V.15).

Factorii variabili, de corelarea cărora depinde calitatea lipirii, sunt: înălțimea undei aliajului, durata de uscare a fluxului, viteza transportorului, temperatura aliajului.

Elementele optime de corelare se găsesc prin efectuare de încercări.

Înălțimea undei se va regla între 11 și 16 mm, ceea ce



Fig. V.15. Instalație semiautomată de lipire cu jeturi (vedere)

trebuie să aibă ca urmare enfundarea plăcii în jetul de aliaj între 0,65 și 1,3 mm (ținând seama că grosimea plăcii suport este de obicei 1,5 mm). Se va regla unghiul dintre dispozitivul de formare a undei și ajutorul de debitare a lipiturii, pentru a îndalura rămânerea unui exces de aliaj pe placă și care ar produce pe aceasta punți sau turturi. Cebalte elemente de înecare vor fi: viteza transportorului 91 cm/min; temperatura lipiturii 250 C; uscarea fluxului — aproape completă.

Durata de uscare a fluxului se încearcă între 0,5 și 2 min. Se reglează înălțimea uscătorului de flux cu raze infraroșii. Prin încălzirea plăcii se îndalura șocul termic pe care l-ar suporta piesele de pe placă sensibile la supraîncălzire termice deasupra jetului (rezistențe, condensatoare, diode cu Ge, tranzistoare etc.). Nu se recomandă o uscare excesivă a fluxului pe placă.

Viteza transportorului se încearcă între 61 și 122 Cm/min, în funcție de mărimea pieselor (piesele mai mari au un coeficient de transfer mai mare de căldură), încălzirea plăcii etc. Fluxul trebuie depoz într-o peliculă subțire, printr-o undă de flux, a cărei înălțime variază în jurul a 10 mm. Greutatea specifică a fluxului este de aproximativ 0,995 kg/dm³. Temperatura aliajului se încearcă între 225 și 260 C.

Un strat protector de ceară de 1 cm grosime acoperă aliajul în baia de topire și în baia de refulare.

Capătul de intrare pe flux al transportorului trebuie să fie cu 6 mm sub nivelul capătului de ieșire de pe unda de aliaj.

Lipirea cu jet (valuri staționare) are față de lipirea în bai o serie de avantaje evidente:

- partea de aliaj din valuri, care vine în contact cu placa pentru lipit, este eliberată de oxizi sau impurități arătate la baia de lipit prin cufundare (acestea se string și rămân pe suprafața netedă a băii);

- se îndalura posibilitatea efectuării de lipituri false prin intrarea feței inferioare a plăcii sub un unghi în aliaj și continua mișcare a aliajului în val, astfel că fondantul nu se aglomerează și nu rămâne nears pe îmbinări;

- se îndalura posibilitatea aglomerării de cositor pe punctele de îmbinare, atât prin mișcarea aliajului cit și prin vibrația ușoară la care este supusă placa la trecerea prin vârful jetului (valului) de aliaj;

- preîncălzirea plăcii și contactul bornelor de ieșire ale

pieselor cu aliajul în continuă mișcare creează premisele unei bane aderente a aliajului, se ardează timpul de lipire și astfel bornele de ieșire nu acumulează și nu transmit pieselor o cantitate mare de căldură într-un timp scurt, ceea ce le-ar deteriora;

- prin amestecarea continuă a aliajului, datorită pom-pării prin ajutoraj, se asigură aceiași temperatură uniformă în întreaga sa masă;

- nivelul reglabil al jetului de aliaj și ajustarea plăcii pe suporturile mobile, asigură aceeași grosime de contact (aproximativ 1/2 din grosimea plăcii) placă-aliaj;

- se reglează la viteza optimă, determinată teoretic și experimental, trecerea plăcii prin jetul de aliaj;

- se pot executa lipituri selective, se pot folosi cu succes valuri de lipire;

- pentru lipirea plăcilor care au montate pe ele suporturi electronice se pot folosi cu ușurință calibre care protejează contactele și protejează orificiile de fixare a piciorușelor și alungirilor de pătrundere a fondantului sau aliajului de lipit;

- se pot folosi cerane de disipație a căldurii montate pe bornele de ieșire ale pieselor sensibile la căldură.

Lipirea selectivă

În ultimul timp a început să se folosească așa-numita lipire (cositorire) selectivă; se aplică un lac protector, adesea rezistent și termorezistent pe întreaga suprafață a plăcii imbricate, folosindu-se un șablon care acoperă numai punctele de îmbinare și pe care lacul nu trebuie să adere (pe o rază de 2 mm în jurul găurilor).

Acest lac rezistă ușor la temperatura de lipire, astfel că, fiind cositorirea în baie sau cu jet, se vor lipi numai porțiile de îmbinare a conductoarelor din foaie de Cu cu bornele de ieșire ale pieselor. Ulterior se pot acoperi cu acest lac punctele de îmbinare.

Avantajele acestui fel de lipire sînt:

- circuitul imprimat din foaie de Cu este protejat eficient; se poate face cu ușurință un control vizual și o finisare curată a plăcii;

- consumul de cositor se reduce simțitor (mai ales unde circuitul este format din suprafețe cuprate mari);

- lacul constituie și un sigiliu aplicat pe întreaga placă imprimată, dînd de asemenea și un aspect plăcut cînd este lucrat.

În cazul aplicării lacului termorezistent, protector, și pe punctele de lipire, în operația de reparație a montajului pentru efectuarea de noi lipituri cu ciocanul de lipit, lacul trebuie îndepărtat prin radare ușoară, pentru a nu deteriora foia de Cu.

5. Coroziunea îmbinărilor lipite

Se numește coroziune, degradarea metalelor și aliajelor sub influența acțiunii chimice sau electrochimice a mediului ambiant.

În funcție de caracterul proceselor care intervin, se distinge coroziunea chimică și coroziunea electrochimică. Coroziunea chimică se constată când asupra metalelor acționează gazele uscate și neelectrolizii lichizi, iar procesele nu sunt însoțite de apariția curentului electric.

Rezistența la coroziune a metalelor și aliajelor se apreciază după pierderea în greutate sau scăderea grosimii piesei.

Activitatea electrochimică relativă a metalului se caracterizează prin mărimea potențialului electric de echilibru standard, determinat în raport cu electrodul hidrogenului în soluția ionilor proprii, cu concentrația 1 ion gram la 1 000 grame soluție.

În cazul îmbinărilor lipite, potențialele electrozilor metalului de bază și aliajului de lipit sunt diferite. Îmbinarea poate fi considerată ca un element de coroziune, al cărui electrozi constau din metalul de bază și aliajul de lipit.

Cercetările au dovedit, că aliajele de lipit pe bază de Sn-Pb au un potențial mai negativ în raport cu Cu, fapt pentru care, la coroziunea îmbinării lipite din Cu, aliajul se degradează mai intens; de acest fapt trebuie ținut seamă la alegerea metalelor de îmbinare.

S-a dovedit, de asemenea, că iuteala coroziunii a două metale diferite este, de obicei, mai mare decât a fiecărui metal în parte.

Unele fluxuri rămase rezase pe suprafața lipită pot duce la degradarea îmbinării prin coroziune; din această cauză se impune îndepărtarea lor, după lipire, cu alcool sau trichloretilena.

Coroziunea îmbinării în montajele radio reduce rezistența mecanică și slăbește conductivitatea electrică. Pentru a o preveni se recomandă, în general:

— curățirea și pregătirea atentă a pieselor înainte de lipire;

— respectarea întotdeauna a procesului tehnologic (aliaj, fondant, regim termic, fixarea pieselor, metode de lipire);

— acoperirea îmbinărilor lipite cu lacuri sau vopsele protectoare.

6. Măsuri privind evitarea suprasolicitării termice a pieselor în procesul de lipire

În procesul de lipire piesele pot fi supuse unei supraîncălziri care influențează negativ valorile parametrilor electrici ai acestora. Aici cerințele sunt contradictorii:

— pe de o parte se impune o încălzire cel puțin atât de mare încât să asigure lipirea (temperatura de lipire);

— pe de altă parte se caută limitarea încălzirii la o valoare pe care piesele o suportă fără pericol, în procesul de lipire.

Pentru aceasta se recomandă o grijă deosebită în efectuarea montajului și în lipirea acelor piese care au o mare sensibilitate termică. Supraîncălzirea poate provoca topirea sau riparea condensatoarelor din hirtie cerată, impregnate cu ceră sintetică, condensatoarelor din hirtie metalizată acoperite cu rășini sintetice, precum și crăparea sau înmuierea plăcilor plastice la condensatoarele presate.

Rezistențele supraîncălzite își pot varia valoarea nominală a rezistenței electrice la lipire până la 20°C, adică mărirea rezistenței electrice poate ieși din toleranța de fabricație a acestora.

Din cercetări experimentale s-a ajuns la concluzia, că se poate permite încălzirea corpului rezistenței peste 85°C.

Problema suprasolicitării termice a pieselor în procesul de lipire cu aliaj poate fi privită din două puncte de vedere:

— al procedurii, al temperaturii și al duratei lipirii;

— al aranjării pieselor în montaj.

În cazul lipirii cu ciocanul de lipit electric pe montaje de tip clasic (cu conductoare spațiale și piese interconectate)

se dau o serie de recomandări pentru a evita supraîncălzirea pieselor și subansamblurilor:

— pentru lipirea bornelor de ieșire ale condensatoarelor, diodelor, diadelor cu Ge și tranzistoarelor se va folosi ciocan de lipit cu putere de cel mult 60 W;

— se va evita atingerea acestor piese cu ciocanul încălzit;

— durata lipirii nu trebuie să întrecă 5 secunde;

— rezistențele, condensatoarele, tranzistoarele sau diodele trebuie să se găsească la minimum 6—8 mm de locul

Cum adeseori configurația montajului nu îngăduie realizarea distanței prescrise între piesă și locul de lipire, se indică folosirea unor termoceran care absorb și reflectă căldura care trece prin borna de ieșire de la locul de lipire către piesă: se folosește, fie cleștele lat de apucat (folosit la montaje), fie o pensetă, fie în sfârșit un termoceran special similar cu un crocodil, făcut din Cu masiv și cu care se strânge borna dintre lipitură și piesă — cât mai aproape de piesă — timp de 10—15 s.

În cazul lipirii în baie de cositor sau cu jet a plăcilor cu circuite imprimate, asamblate cu piese sensibile la căldură, ca: dispozitive semiconductoare cu Ge, rezistențe peliculare și condensatoare cu folia din material plastic, se impun o analiză și măsuri mai complexe pentru evitarea supraîncălzirii termice a acestor piese care tind permanent spre miniaturizare.

În acest caz, cea de-a doua din cerințele contradictorii, amintite mai sus, nu poate fi ușor îndeplinită, intru în gradul de căldură pe care l suportă piesele se află în gamă de temperaturi minime necesare pentru lipire sau sub această gamă.

Factorii care influențează încălzirea plăcii imprimate cu piese montate pe ea depind fie de procesul de lipire:

- temperatura băii T_B ;
- timpul de lipire t_L ;
- temperatura de preîncălzire a sistemului placă-piese;
- metoda de lipire folosită;

sie de sistemul placă-piese:

- materialul și dimensiunile plăcii imprimate;
- materialul și lungimea bornelor de ieșire ale pieselor;
- poziția pieselor pe placă.

Pentru analiza factorilor care pot fi influențați, în vederea evitării supraîncălzirii (de ex. sistemul placă-piese), s-au ridicat curbele de variație a temperaturii, în funcție de timp, cu un termocuplu Cu-Constantan, pentru o placă din pertinax imprimată de 30×40 mm, asamblată cu diode cu Ge, tranzistoare cu Ge, rezistențe peliculare.

Placa a fost preîncălzită la 45°C .

S-au studiat cazurile:

- I. $T_B = 230^\circ\text{C}$; $t_L = 5$ s;
- II. $T_B = 250^\circ\text{C}$; $t_L = 3,5$ s;
- III. $T_B = 265^\circ\text{C}$; $t_L = 2$ s;
- IV. $T_B = 280^\circ\text{C}$; $t_L = 1,2$ s;

(T_B și t_L fiind legate între ele printr-o relație hiperbolică).

Se observă din fig. V.16, că bornele de ieșire ajung la temperatura maximă după 6—9 s și răcirea lor este întârziată de comportarea plăcii din pertinax cu conductivitate termică mică, care ajunge la temperatura maximă la 20 s de la începutul băii (fig. V.17).

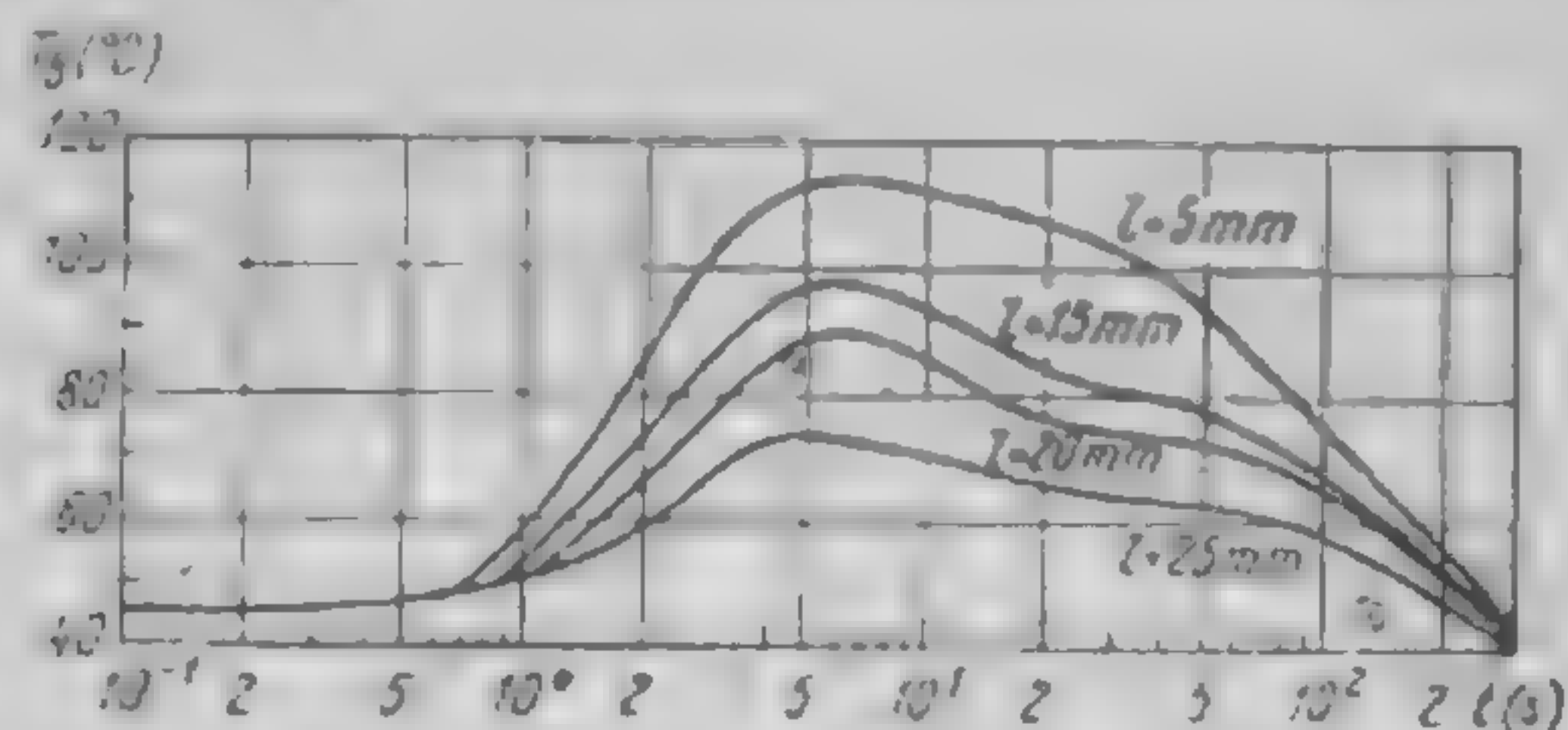


Fig. V.16. Variația încălzirii bornelor de ieșire ale piesei în timpul lipirii în funcție de timp.

Din fig. V.16 și V.17 rezultă că, fenomenul nu depinde de condițiile de lipire în baie.

În fig. V.18 se arată cum variază în timp temperatura pe

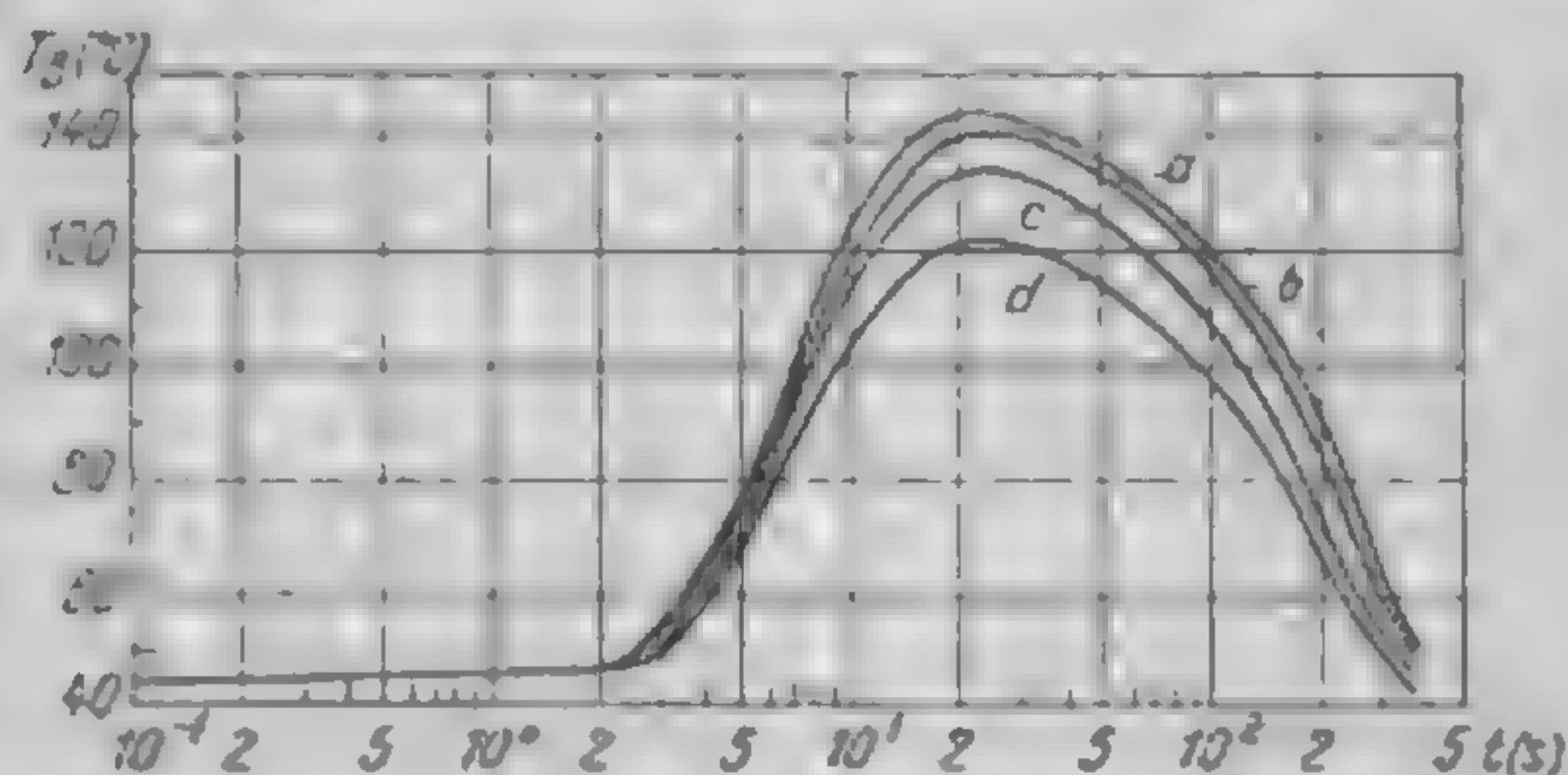


Fig. V.17. Variația încălzirii plăcii de pertinax în timpul lipirii în funcție de timp.

și pe fața plăcii unde piesa este montată. Aceeași figură arată și întârzierea răcirii piesei care primește din cantitatea de căldură înmagazinată de placă. Rezultă că, cel mai avantajos se dovedește cazul III, adică $T_B = 265^\circ\text{C}$ și $t_L = 2$ s. Deși în cazul IV ($T_B = 280^\circ\text{C}$ și $t_L = 1,2$ s) sistemul placă-piese s-a încălzit mai puțin, există totuși tendința de oxidare a aliajului la această temperatură ridicată a băii.

Aranjarea pieselor în montaj, lungimea bornelor de ieșire ale pieselor, distanța pieselor de placa-suport, densitatea lor pe placă, existența sau lipsa unor suprafețe suplimentare de răcire, acoperirea acestora cu diferite vopsele sau cerane

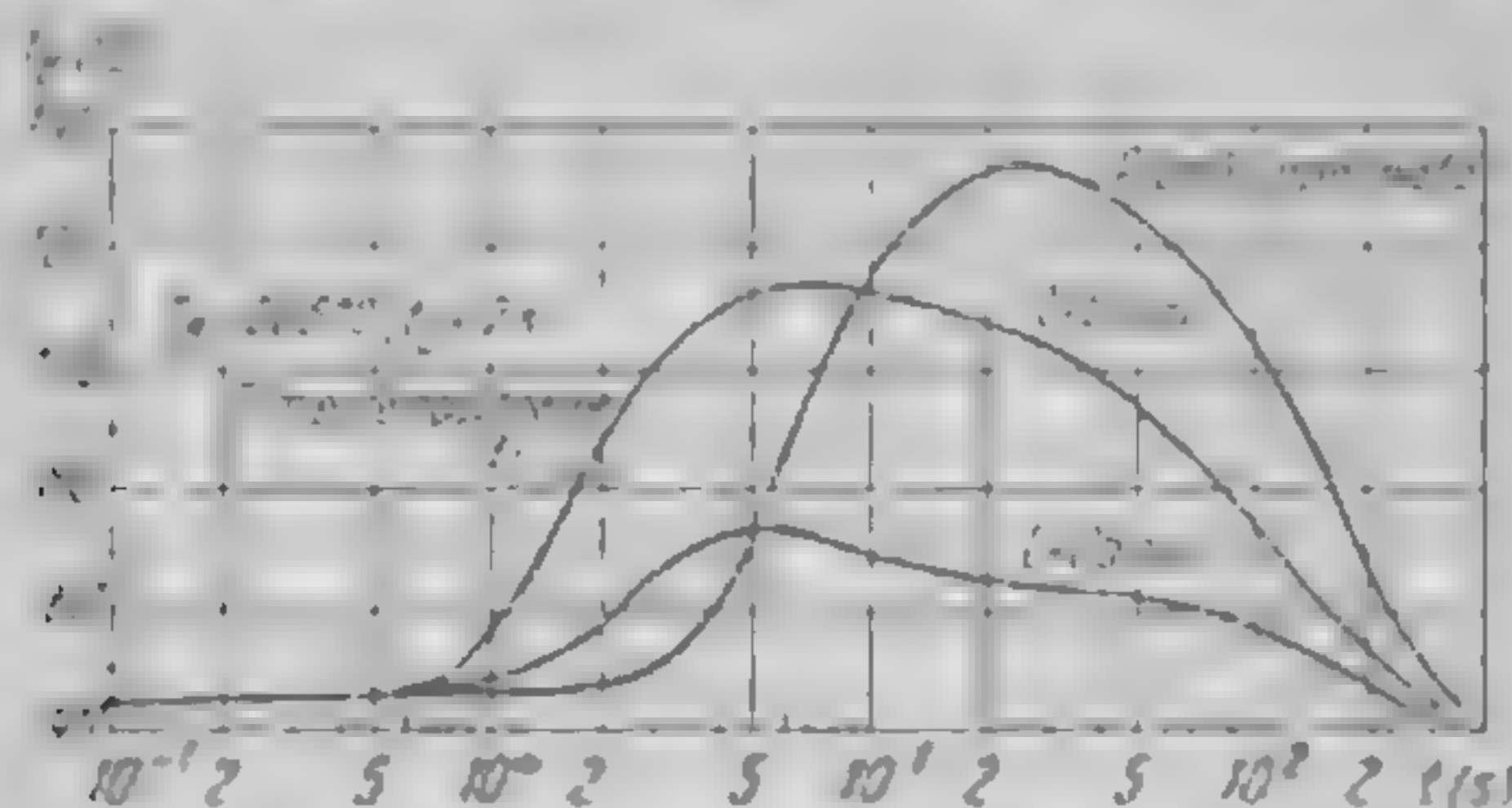


Fig. V.18. Variația încălzirii piesei (cu bornele de lungime cu 5 și 25 mm) și a plăcii în funcție de timp.

termice, influențează transferul de căldură de la aliajul topit la placa-suport și la piese.

Lungimea bornelor de ieșire ale pieselor poate reduce încălzirea.

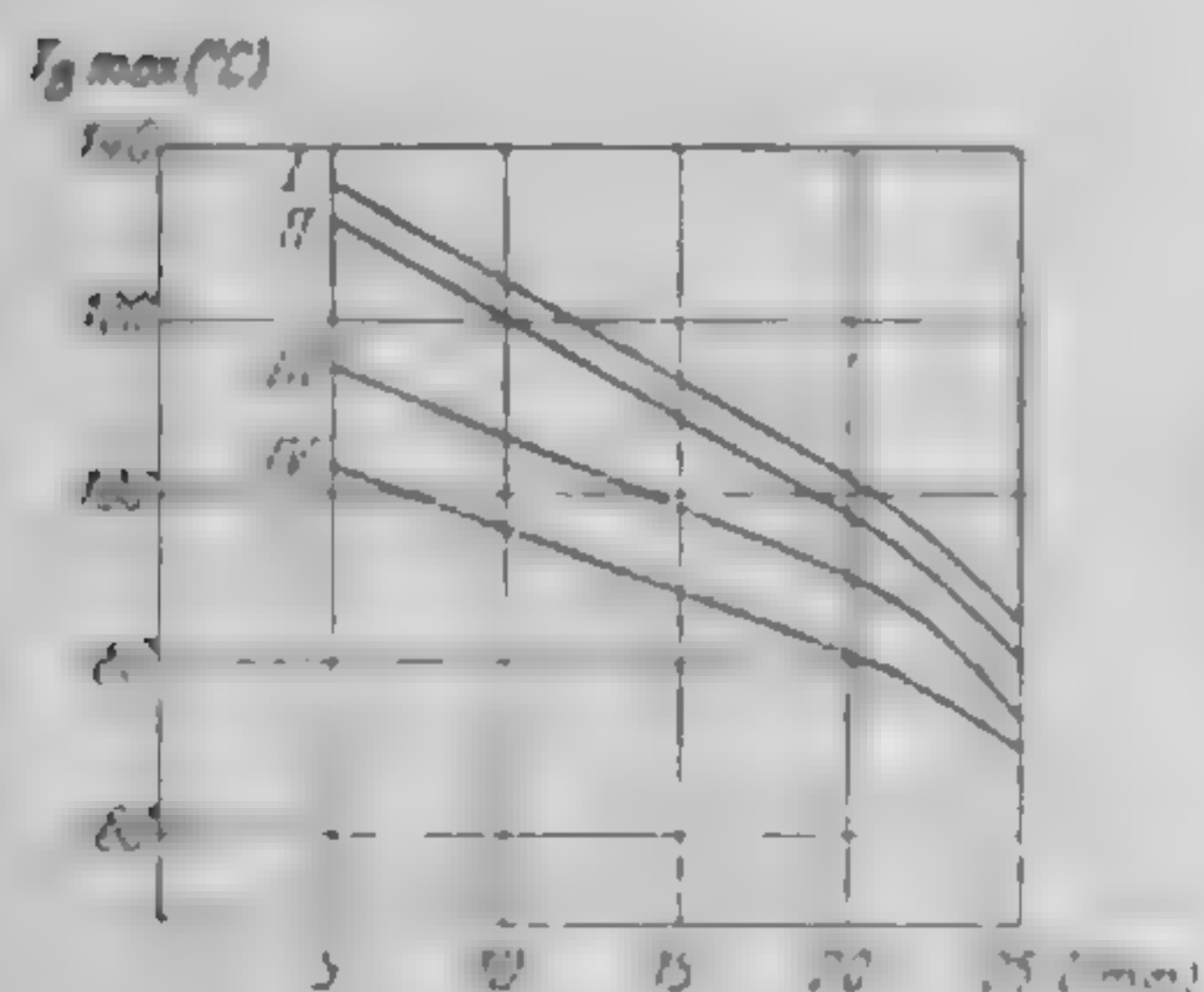


Fig. V.19. Variația încălzirii piesei în funcție de lungimea bornelor de ieșire.

bele feluri de montare ar complica aparatul automat de fixare a pieselor pe placă în cazul montării cu un asemenea aparat.

Rezistențele și condensatoarele spațiale se pot așeza pe placa imprimată, fie paralel cu placa, fie perpendicular

În fig. V.19 se prezintă încălzirea maximă în funcție de lungimea bornelor; curbele sînt aproximativ liniare, căldura fiind cedată mai ales prin convecție. O lungire a bornelor cu așezarea piesei ca în fig. V.20, a o poate aduce pe aceasta într-o poziție necorespunzătoare în cazul șocurilor mecanice.

Montarea pieselor ca în fig. V.20, b prezintă dezavantajul unui transfer direct de căldură placă-piesă și un gabarit mare al plăcii. Am

pe aceasta. Oricum piesele pot ajunge în contact direct cu placa; încălzite la temperatura de 80—100 °C, foliile de material sintetic ale condensatoarelor se contractă și capacitatea piesei variază. Lacurile de pe piese suferă modificări chimice la aceste temperaturi și dau variații ale rezistenței. Rezistențele bobinate și cu un strat subțire de carbon își variază rezistența în urma redistribuirii cristalelor de C la supraîncălziri.

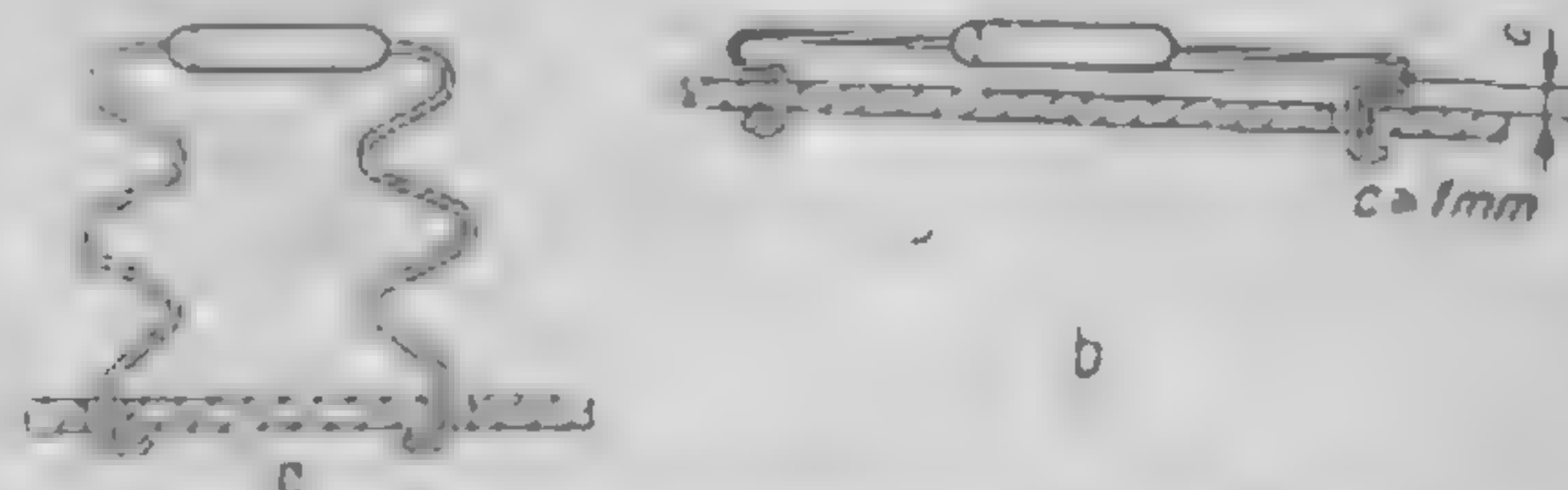


Fig. V.20. Montări necorespunzătoare ale pieselor: a — necorespunzătoare prin lungime; b — necorespunzătoare prin gabarit mare pe placă.

Dispozitivele semiconductoare pot fi influențate negativ de suprasolicitățile termice. De exemplu, tranzistoarele EFT 351-353 și EFT 321-323 de joasă frecvență și mică putere se încălzesc în regim staționar conform relației:

$$T_j = T_a + P \cdot R_j,$$

în care: T_j este temperatura joncțiunii de colector a cărei valoare maximă în cazul Ge este de circa 80°C;

- T_a — temperatura ambiantă;
- P — puterea disipată de tranzistor;
- R_j — rezistența termică a tranzistorului în condiții de răcire date și pe care STAS 6360-61 (materiale și dispozitive semiconductoare-terminologie) o definește la pct. 3.50 ca fiind: „Raportul diferenței de temperatură (măsurată în condiții de echilibru termic) între o joncțiune și un punct exterior specificat, către puterea disipată în joncțiune”; se măsoară în $^{\circ}\text{C}/\text{W}$.

Rezultă că, ceea ce hotărăște puterea disipată maximă a tranzistorului, se poate aproxima în ultimă analiză că este rezistența lui termică, al cărui calcul este destul de dificil.

Pentru a evita neajunsuri ulterioare, este indicat ca montatorul tranzistorului pe placă să-și ia unele măsuri, ca: mărirea suprafeței de disipație, ecranarea, vopsirea etc., în limitele admise de corecta funcționare a tranzistorului.

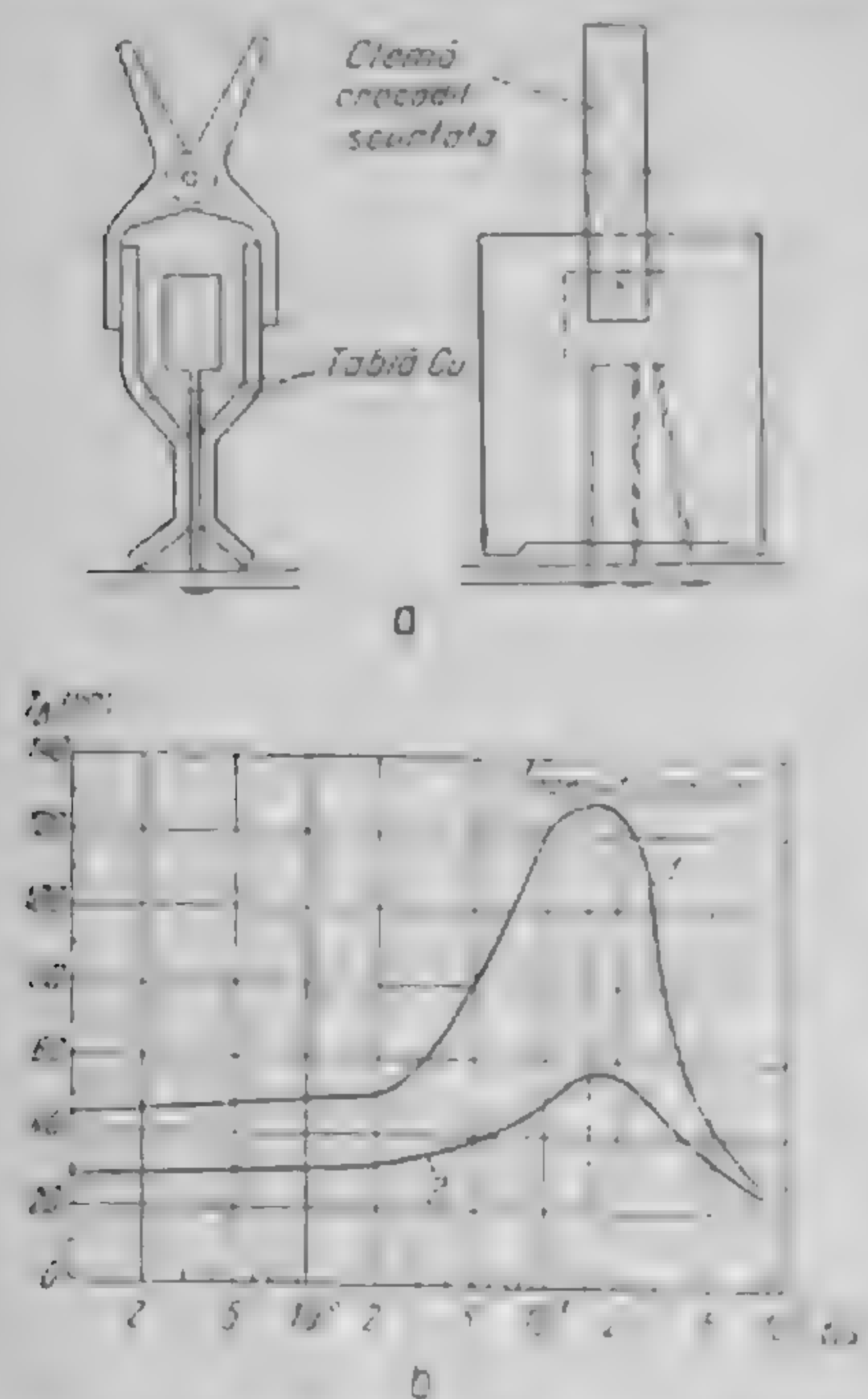


Fig. V.21. Ecrane termice montate pe piese (a) și variația încălzirii piesei și a plăcii (b); 1 — montare pe placă; 2 — montare pe placă cu ecran.

— folosirea metodei de lipire cu jet (valuri staționare);
— montarea de ecrane termice pe bornele pieselor (fig. V.23).

În cazul pieselor subminiatură, se va efectua o răcire a plăcii imprimată asamblată cu astfel de piese, după cositorire, prin spălare cu alcool sau printr-un curent de aer rece.

Se arată în fig. V.21 disiparea căldurii prin ecrane termice (cleme de evacuare a căldurii); în cazul $T_B = 255^\circ\text{C}$ și $t_f = 2\text{ s}$, lungimea bornelor de ieșire ale piesei este de 20 mm.

Pentru evitarea suprasolicitării termice a pieselor montate pe plăcile imprimate, se pot lua următoarele măsuri:

— montarea pieselor în poziții cât mai puțin influențate de căldură (fig. V.22);

— alegerea judicioasă a temperaturii băii de lipire;

— cositorirea selectivă, folosind un lac protector cu o conductivitate termică scăzută, care împiedică placa să acumuleze o mare cantitate de căldură pe care să o transmită apoi pieselor;

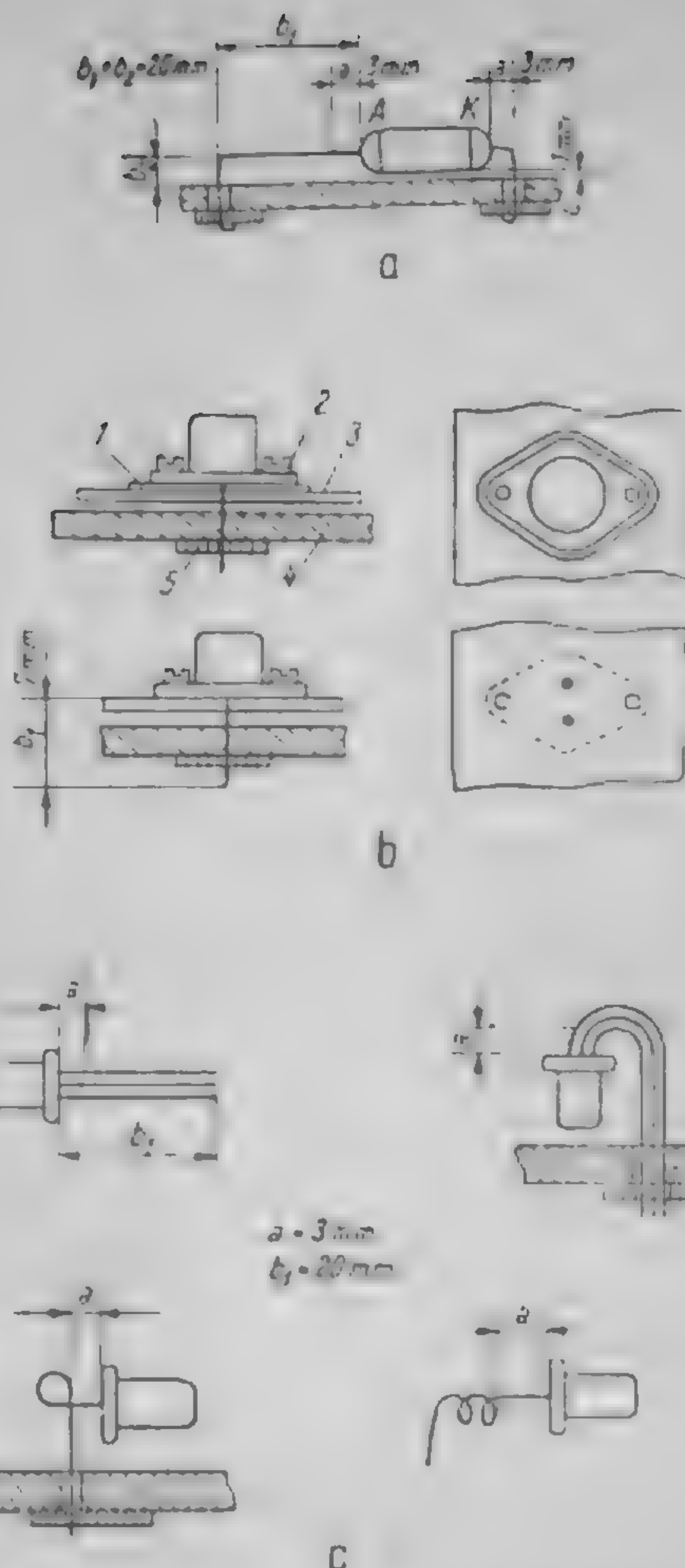


Fig. V.22. Sisteme de montare care evită suprasolicitarea termică a pieselor:

a — diode semiconductoare; b — tranzistoare de putere; c — tranzistoare de mică putere; 1 — șalbă de mică; 2 — șurub din material plastic; 3 — tablă de răcire; 4 — placă; 5 — foaie de Cu.

În faza actuală a dezvoltării tehnicii electronice, în care, a început realizarea micromontajelor, unde piesele de dimensiunile unor molecule nu se pot distinge cu ochiul liber, iar legătura între ele se asigură prin straturi monomoleculare,



Fig. V.23. Montarea de ecrane termice pe bornele de ieșire ale pieselor :
a — diodă cu Ge; b — tranzistor.

tehnologia de lipire va căpăta o nouă înfățișare; lipirea necorespunzătoare a îmbinărilor și ca urmare contactele electrice imperfecte nu vor mai constitui probleme pentru tehnicienii electroniști.

VI. METODE DE LIPIRE ȘI ADAPTĂRI CONSTRUC- TIVE PE MONTAJE CU CIRCUITE IMPRIMATE, RECO- MANDATE DEPANATORILOR ȘI RADIOAMATORILOR

Punerea la dispoziția marelui public din R.P.R., în ultimii ani, a radioreceptorilor și televizoarelor cu circuite imprimate și elemente semiconductoare a făcut necesară publi-

carea de noi îndrumări tehnice pentru reparații mecanice, înlocuiri de piese, lipituri și diverse adaptări constructive, pe care depanatorul și radioamatorul să le poată face, cel mai adesea, numai cu mijloace proprii.

În practica reparațiilor și a construcțiilor radioelectronice pe plăci cu circuite imprimate, făcute de radioamatori, se nasc cele mai variate probleme, cărora aceștia trebuie să le facă față cu mijloacele cele mai ieftine, dar cu eficacitatea apropiată de cea a producției industriale de specialitate.

1. Pregătirea și protejarea plăcilor cu circuite imprimate

Pentru ca lipiturile ce se efectuează cu ocazia reparațiilor să se poată face corect pe plăcile cu circuite imprimate, este necesar ca suprafețele de prelucrare ale acestor plăci să fie menținute în stare curată. Spălarea acestora cu apă ar putea umediza exagerat marginile neprotejate ale găurilor, iar spălarea cu alcool ar dauna datorită pătrunderii prin găuri între straturile de pertinax, întrucât substanța de lipire a acestor straturi este instabilă față de alcool; alcoolul ar spăla în acest caz și colofoniul ce protejează foia de Cu, fapt contraindicat.

Dacă în cadrul reparațiilor apare necesitatea unei găuriri a plăcii, locul se încheamă mai întâi cu un dorn ascutit (Ker-

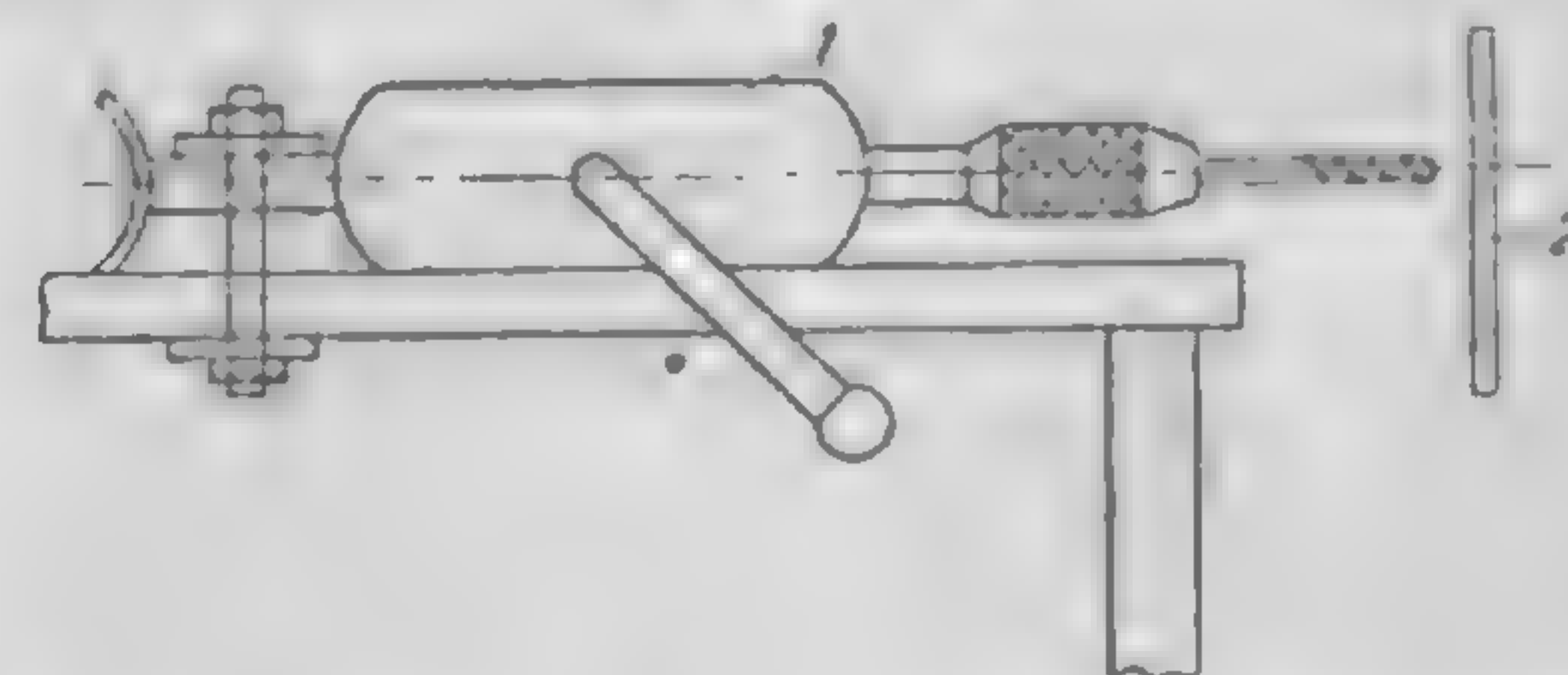


Fig. VI.1. Găurirea plăcii cu mașina de găurit fixată pe masă:

1 — mașina de găurit; 2 — placă pentru găurit.

cer) și apoi se găurește cu bormașina cu un burghiu de 1,3 mm, înspre foia de Cu, astfel că foia poate intra într-o anumită măsură în gaură, îmbunătățind lipirea ulterioară; găurirea

din partea opusă, ar putea produce deslipirea foii de Cu; cînd mașina de găurit se acționează manual, aceasta se fixează pe masă în poziție orizontală, placa se apropie de ea cu o mină, iar cealaltă mină acționează mașina (fig. VI.1).

Îndepărtarea așchilor rezultate la găurire se face numai pe partea nepăcată, unde se poate practica și o ușură zen- cuire a găurii, ceea ce ușurează montarea pieselor.

Dacă apare nevoia unei tăieri a plăcii, aceasta se poate face cu un ferăstrău de traforaj cu dinți mîrnuți; marginile tăiate se pot șlefui cu hîrtie de șlefuit ori cu pila (după ce placa a fost așezată între două bucați de carton, pentru ca așchile să nu pătrundă în stratul de colofoniu), avînd grijă ca foia de Cu să nu se deslipească.

2. Montarea rezistențelor, condensatoarelor și elementelor semiconductoare

La înlocuirea unor piese defecte în montaj, bornele pie- selor înlocuitoare se vor curăța de vopsea și apoi se vor cus- tori, astfel încît acestea să nu pătrundă cu partea izolată în găuri la locul de îmbinare. Traseul de circuit imprimat nu trebuie solicitat la tracțiune prin exercitarea unei forțe asupra piesei în direcția plăcii, acesta fiind lipit pe placă și avînd o rezistență limitată de aproximativ 1,2 kg/cm (fig. VI.2).

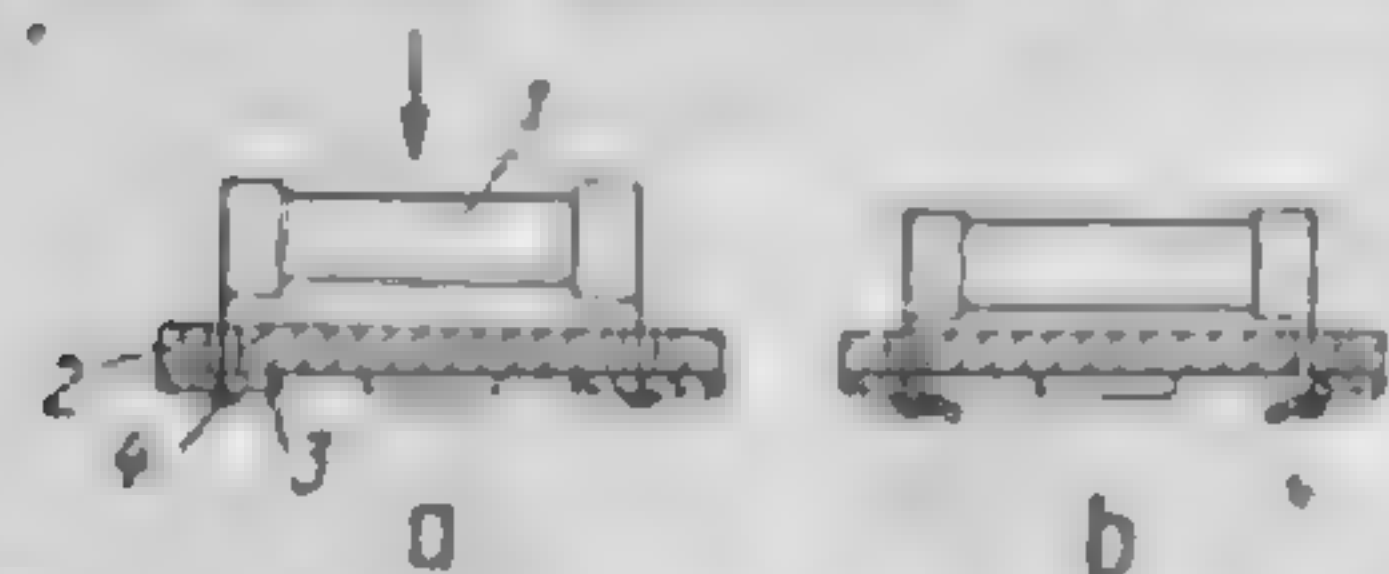
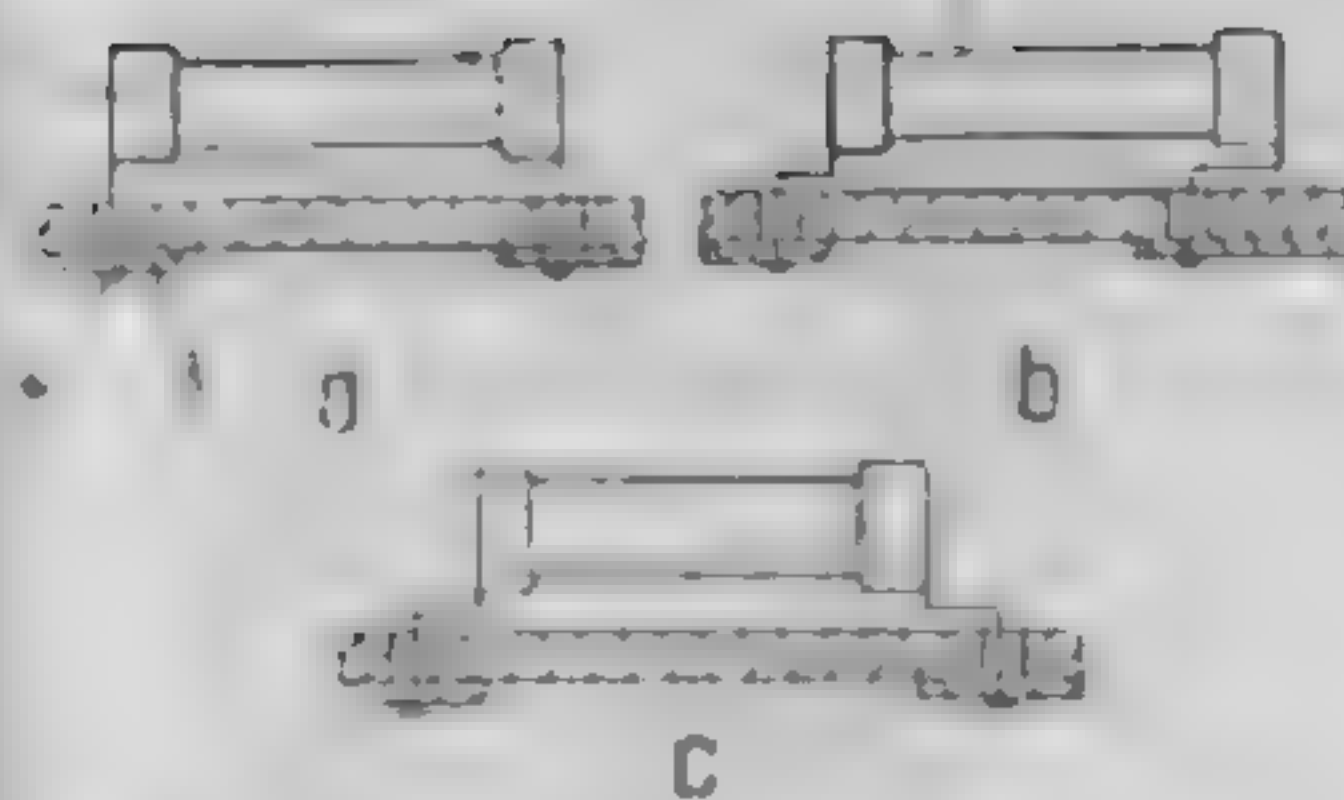


Fig. VI.2. Dezlipirea foii de Cu la aplicarea pe piesă a unei forțe mai mari de 1,2 kg/cm:

a - piesa înlocuită în poziție corectă; b - piesă aplicată în poziție greșită; c - piesă aplicată în poziție corectă; d - piesă aplicată în poziție greșită.

De asemenea, nu se va insista prea mult cu cioea- nul de lipit, cînd o lipitură se face mai greu, căci foia de Cu rezistă la temperatură mare, dar de scurtă durată; cauza neaderării aliajului trebuie căutată în altă parte (aliaj, borne oxidate etc.). Foia de Cu rezistă la șoc termic aproximativ 7 s la 240°C și 1 oră la 140°C.

Uneori, rezistențele cu borne de ieșire late necesită aten- ție specială la montare. În fig. VI.3 se prezintă diferite feluri de fixare a unei rezistențe cu inconvenientele ce apar. În cazul fig. VI.3, a rezistența mecanică este bună, iar cea termică slabă; în cazul fig. VI.3, b există pericol de scurt- circuit; în cazul fig. VI.3, c rezistența mecanică și termică sînt bune, dar necesită gabarit mare pe placă.



VI.3. Inconveniente diverse la montarea unei piese:

a - rezistență mecanică bună, rezistență termică slabă; b - pericol de scurt-circuit; c - rezistență mecanică și termică bune, dar necesită gabarit mare pe placă.

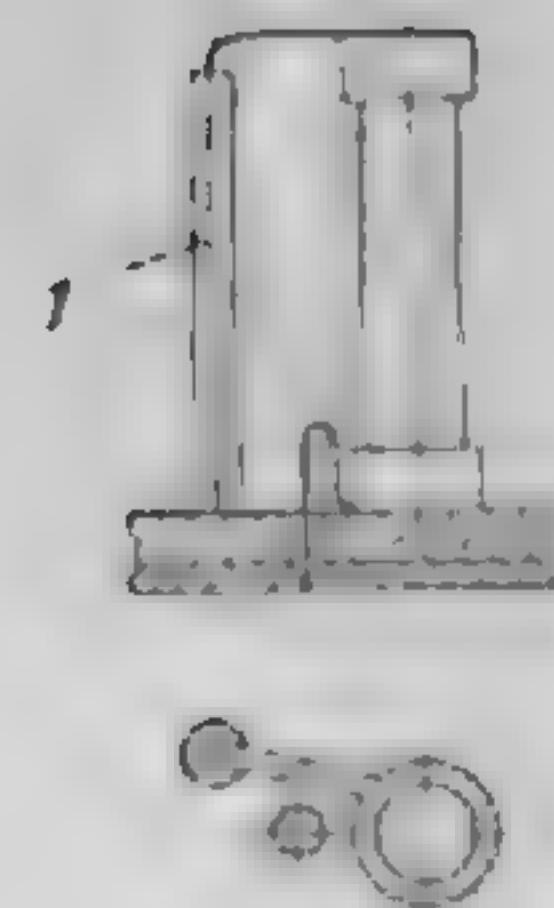
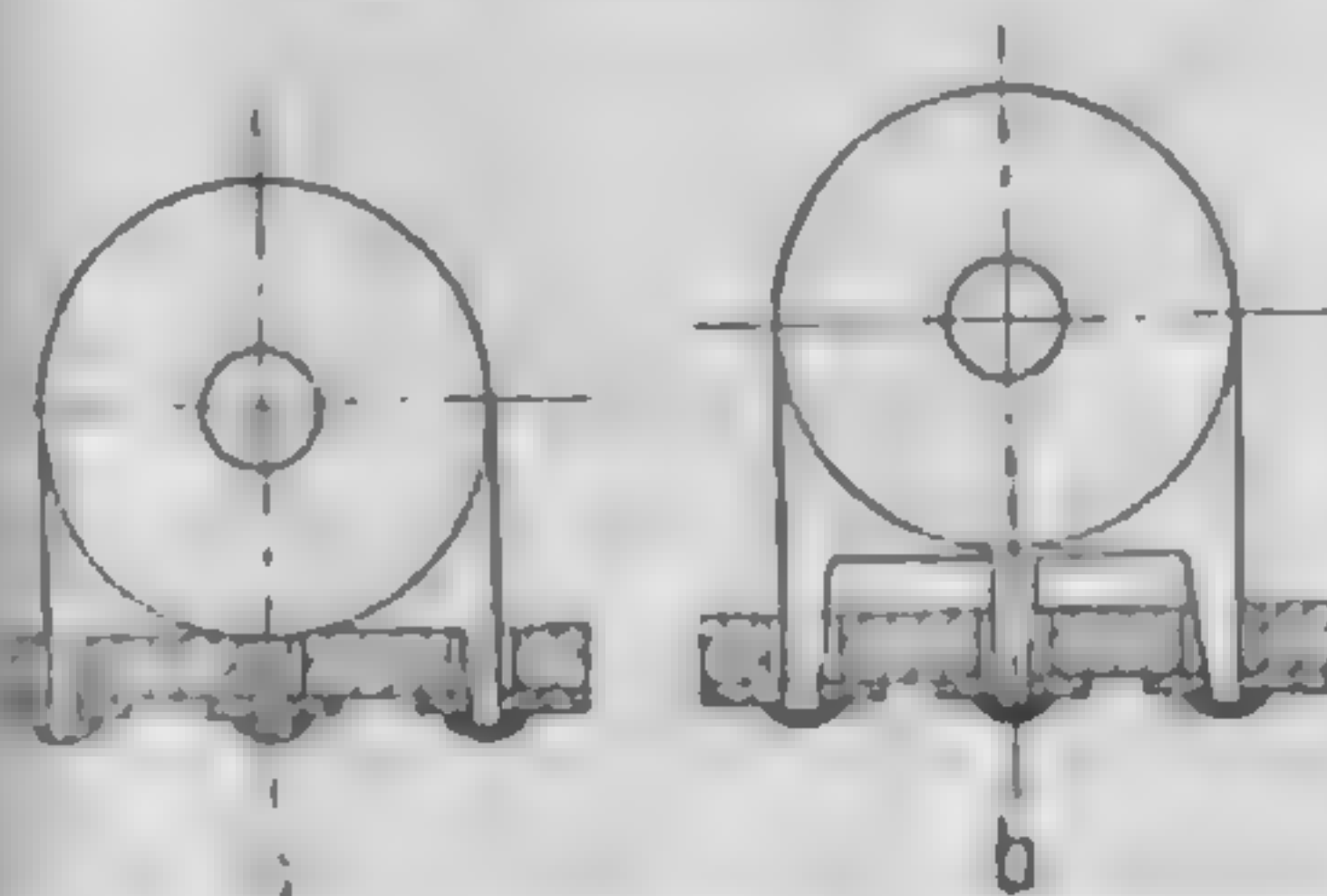


Fig. VI.4. Montarea în poziție verti- cală a unei rezistențe: 1 - izolator.



VI.5. Montarea unui potențiometrului fixat în 3 puncte: a - montaj corect; b - montaj greșit.

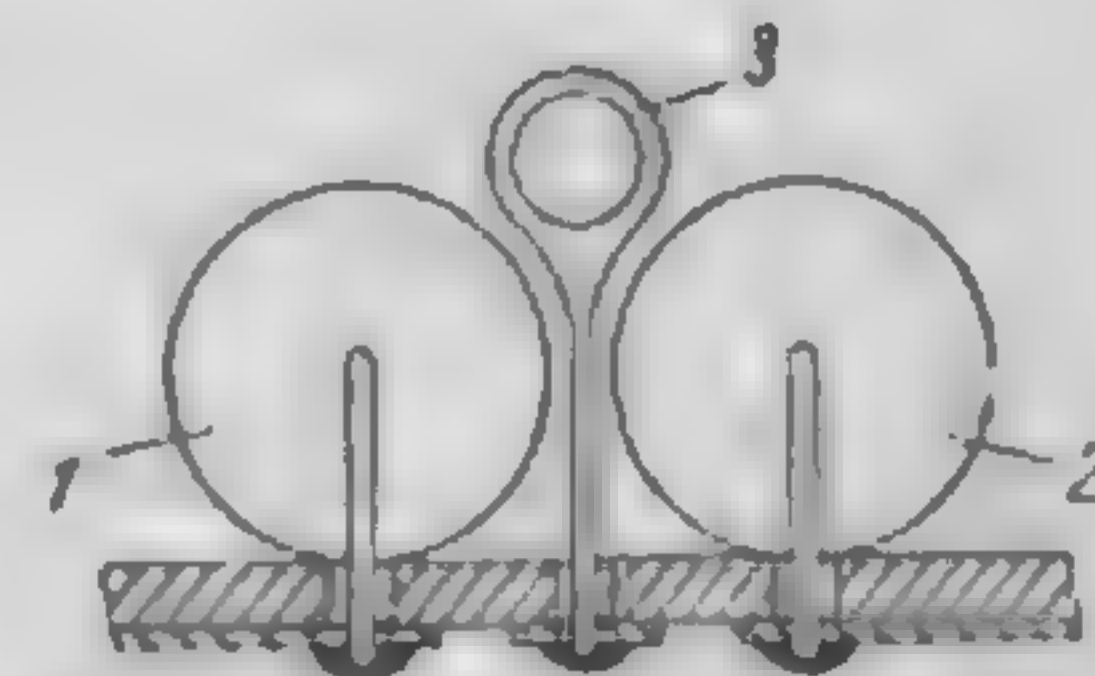
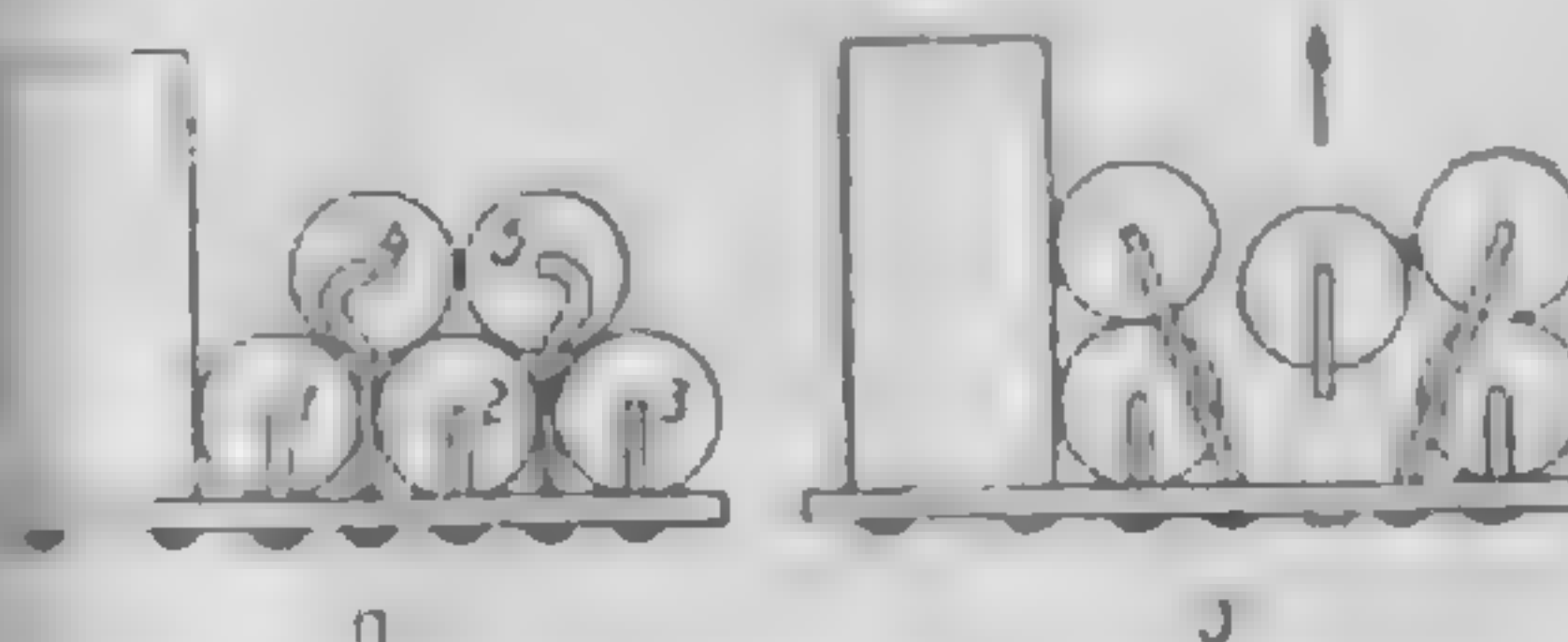
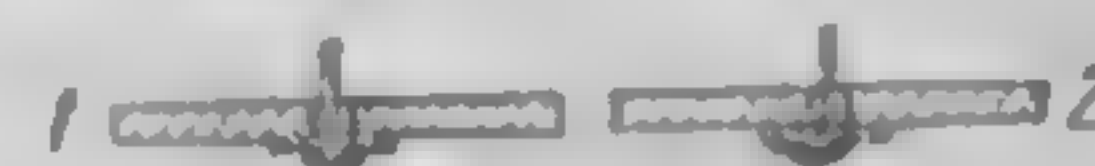


Fig. VI.6. Montarea concen- trată a unei grupe de trei piese: 1, 2 - rezistențe; 3 - conden- sator.



VI.7. Montaj concentrat cu posibilități ușoare de acces la piese:

a - poziția picajelor înainte de intervenire; b - dega- barea piesei 2; c - d - diferite piese montate.



Fig. VI.8. Îndoirea capetelor bor- nelor de ieșire pe direcția traseelor foii de Cu:

1 - borna neîndoită; 2 - borna îndoi- tă; 3 - îndoirea corectă; 4 - îndoi- rea greșită care favorizează crearea punctilor.

În montajele compacte, mai ales la radiorecepfoarele de buzunar, apare nevoia montării în poziție verticală a pieselor. Se va avea grijă la schimbarea unei astfel de piese ca borna de ieșire lungă să fie închisă într-un tub izolator (fig. VI.4).

În fig. VI.5, VI.6, VI.7 se prezintă montarea de diferite piese care permit o concentrare mare și posibilități ușoare de acces la ele în cazul depanărilor. În fig. VI.7 îndoirea bornelor de ieșire la piesele 4—5 permite accesul la piesa 2.

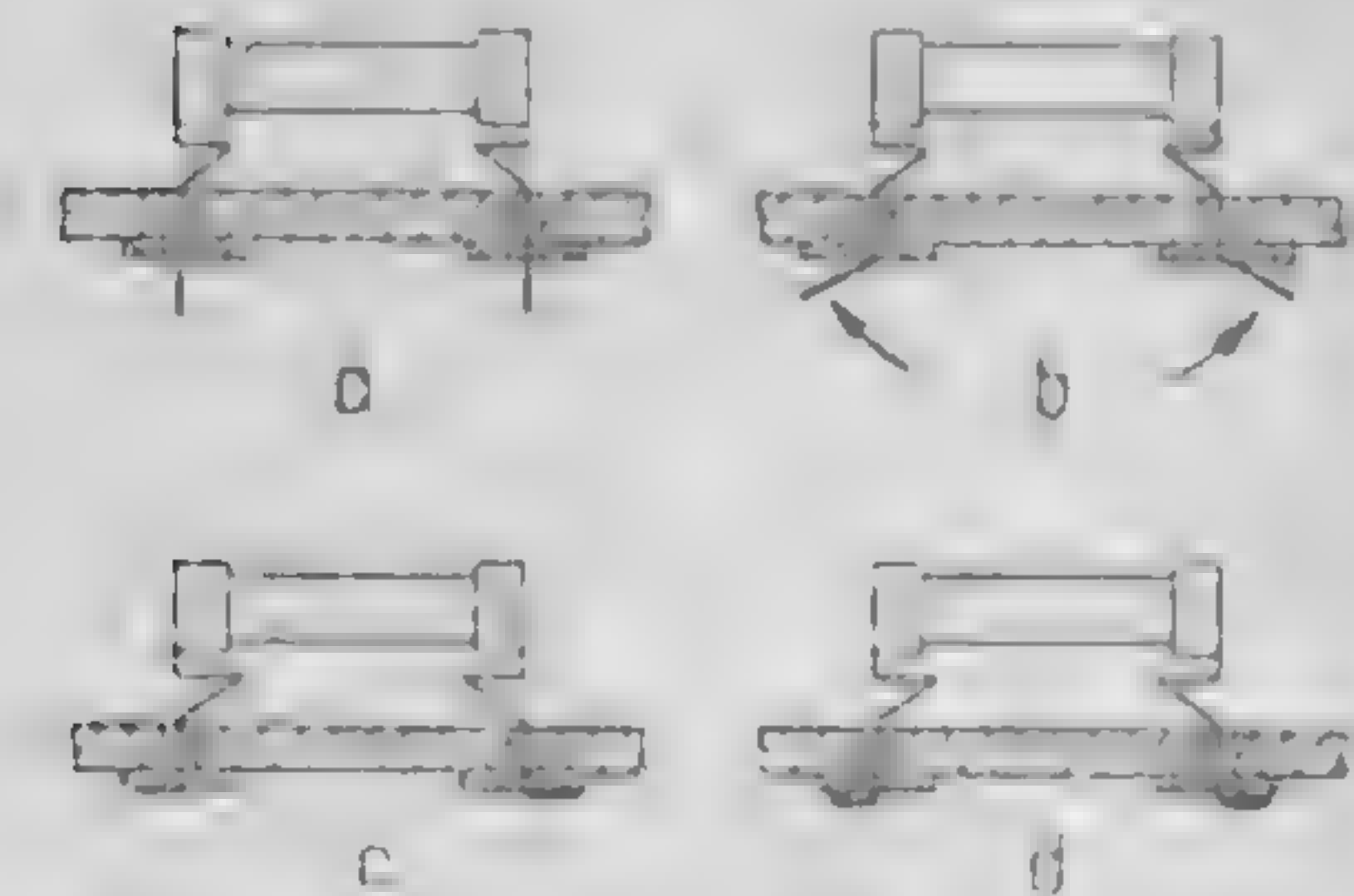


Fig. VI.9. Succesiunea operațiilor la înlocuirea unei piese din montaj:
a — introducerea în găuri, b — îndoirea,
c — tăierea; d — lipirea.

Cu, evitându-se astfel formarea punților (fig. VI.8).

Ca succesiune a operațiilor de montaj, la înlocuirea unei piese defecte, după ce a fost înlăturată, se recomandă: introducerea în găuri, îndoirea, tăierea, lipirea (fig. VI.9).

În cazul scăpării de prea mult cositor pe un loc de lipire, se scutură ciocanul de lipit și se „trage” apoi repede excesul de cositor de pe locul prea încărcat.

După efectuarea reparației, reparatorul trebuie să lase o suprafață curată a circuitului imprimat, cu posibilități de noi intervenții pentru reparație, prin ștergere cu o cârpă lămuată în alcool, acoperind apoi placa cu un strat protector (la nevoie o vaselină fără acid) cât mai subțire pentru a nu colecta impurități.

3. Montarea pieselor cu armături

În cadrul reparațiilor pot apărea situații când anumite piese înlocuitoare ale celor defecte nu se pot fixa direct în placa imprimată (de ex. transformatoare, bobine); se pot realiza în acest caz semifabricate cu ajutorul unor armături.

Cerința esențială pentru armăturile destinate unui sub-ansamblu ce urmează a fi adaptat la un circuit imprimat este ca semifabricatul respectiv să satisfacă condițiile cerute de acest fel de circuite, adică toate legăturile mecanice și conexiunile electrice să fie așezate în planul de bază și să aibă conformația care să permită introducerea lor în găuri de 1,3 mm; conexiunile electrice trebuie să se poată lipi ireproșabil.

Un transformator armat, așa cum se arată în fig. VI.10, se realizează lipind niște plăci imprimate cu trasee corespunzătoare pe miezul transformatorului respectiv, folosind o izolație intermediară de carton. Plăcile imprimate conținând sîrmă de conexiune cositorită. Capetele de conexiune care sosesc de la suportul transformatorului se lipesc pe suprafețele traseelor armăturii, făcînd legătura electrică cu conexiunile care pleacă din aceste locuri.

Liniiile de separare electrică și termică asigură, prin conformația lor, ca conductoarele înfășurării să nu se deslipească în momentul fixării transformatorului prin lipire pe placa imprimată, astfel cum se vede în figură. Liniiile de separare se trasează simplu, cu rigla, și apoi cu o lamă sau cu o pilă subțire.

Aproape orice corp de bobină de dimensiuni mici se poate lipi la circuitele imprimate după un prealabil raționament.

Distanța între placa imprimată și înfășurare este determinată de datele electrice.

Dacă reparatorul trebuie să realizeze o bobină, aceasta se face bobinînd numărul de spire necesar — cu sîrma corespunzătoare — pe o carcasă din material plastic — în cazul nostru cu două secțiuni de bobinaj — și folosind o bușă tăiată din același material, prevăzută cu un miez de reglaj.

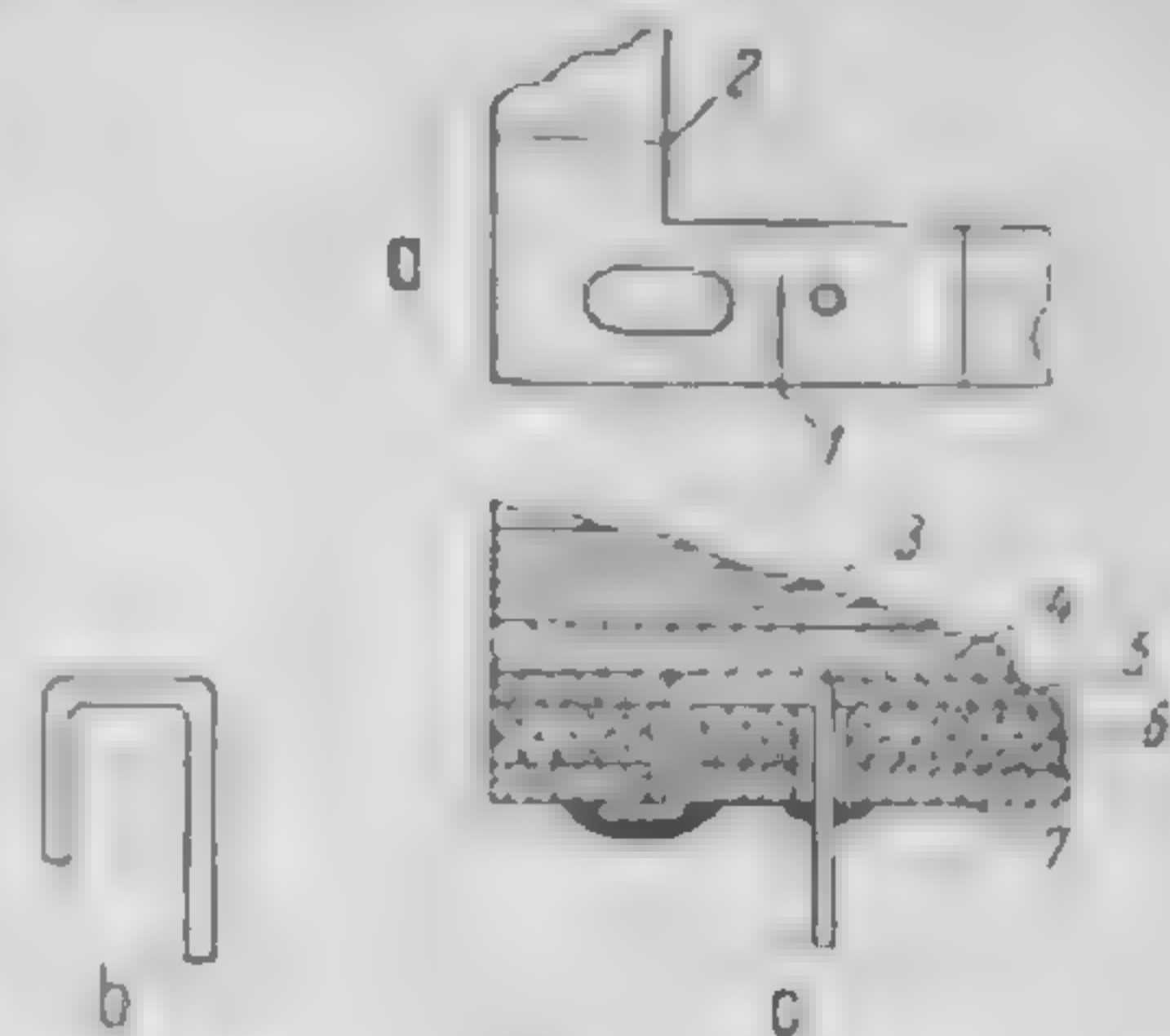


Fig. VI.10. Transformator armat pentru fixarea pe placa imprimată:
a — suprafața de lipire a conexiunilor transformatorului, b — conexiune de fixare armăturii de lipire, c — transformator montat pe placă, 1 — linie de separare termică, 2 — linie de separare electrică, 3 — miez al transformatorului, 4 — strat protector din teflon, 5 — placă de protecție, 6 — placă de protecție, 7 — placă de protecție.

Aceasta se fixează apoi într-o armătură de placă imprimată, putînd avea pînă la 8 legături posibile.

Marele avantaj este că, asamblarea tuturor pieselor înainte de bobinare permite fixarea legăturilor la traseele pe

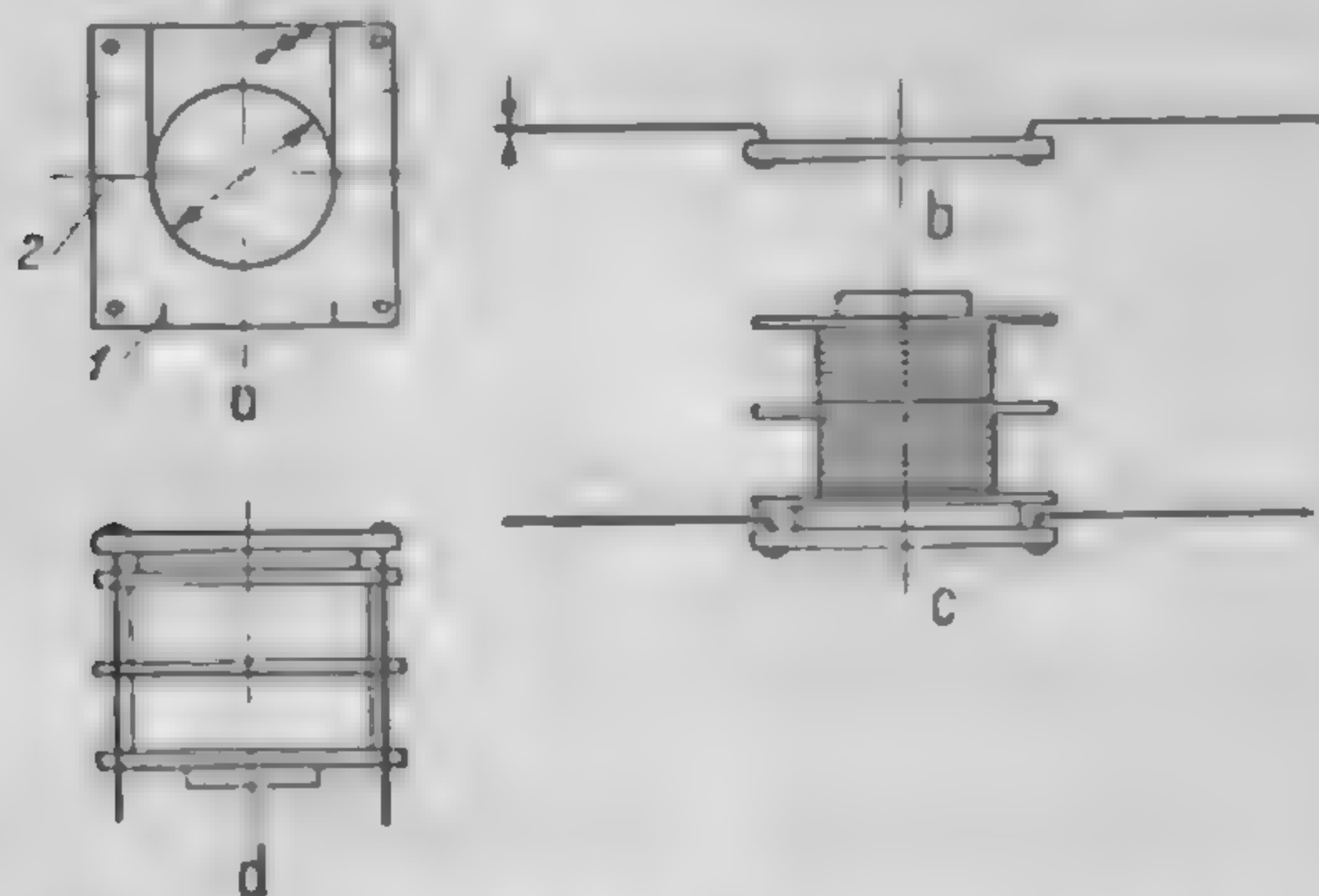


Fig. VI.11. Construcția și fixarea unei bobine pe placă imprimată:

a — armătura cu linii de separație termică (1) și distanțe (2); b — lipirea conexiunilor; c — fixarea carcaserii cu bobină pe armătură; d — bobina gata pentru montaj.

care se pot lipi mai tirziu; o confuzie este astfel înlăturată fără a fi nevoie de semne speciale. Ansamblul bobinat poate fi apoi legat succesiv la fiecare traseu al plăcii.

Confecționarea unei astfel de bobine cu cinci legături se arată în fig. VI.11.

Se recomandă crearea de linii de separație pentru prevenirea suprasolicitării termice.

După ce se controlează valorile bobinei, aceasta se fixează pe placă imprimată prin conductoarele din Cu monofilare de $\Phi 0,8$ sau 1 mm, care se rabat paralel cu corpul înfășurării.

În cazul pieselor cu raport l/d mare (l este lungimea, iar d — diametrul), cum sînt condensatoarele electrolitice, în scopul cîștigului de spațiu, se realizează suporturi în formă de U, din conductor de Cu de $\Phi 0,8$ —1 mm, de care se fixează piese cu punctul de masă sus (fig. VI.12). Prin montarea pe placă, la cîtiva milimetri de suprafață, se cîștigă spațiu, iar piesa nu este supusă la suprasolicitări termice.

În cazul montării de piese grele, acestea se montează în formă de colivie (fig. VI.13), cu punctul de masă sus, pentru

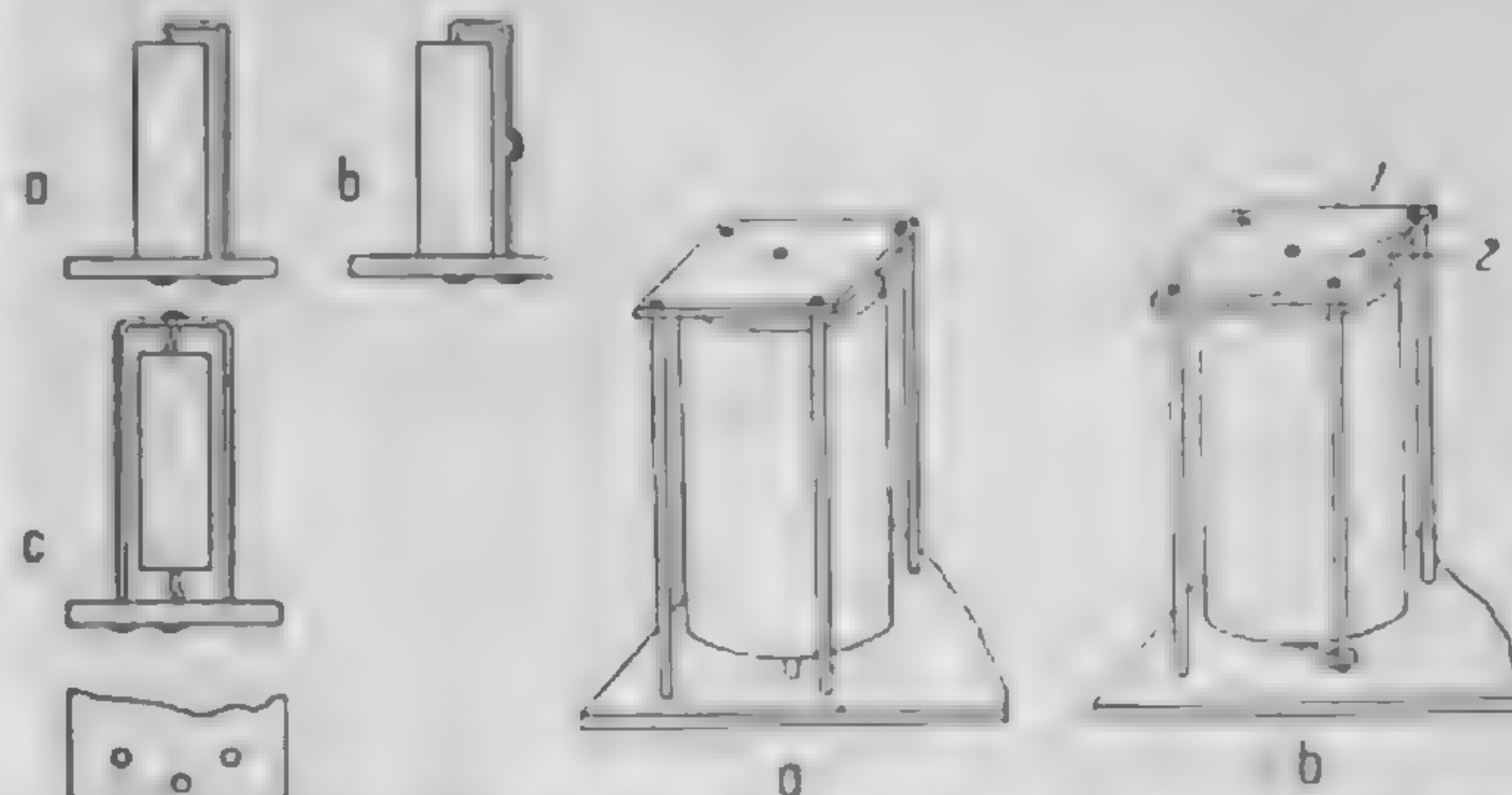


Fig. VI.12. Fixarea pieselor cu raport l/d mare pe placă imprimată:

a — piesa este suprasolicitată termic, b — înfășurarea din alu-miniu este necesară și piesa este suprasolicitată termic; c — fixare corectă

Fig. VI.13. Montaje de piese grele pe placă imprimată:

a — montarea în colivie destinată legării în masă; b — datorită unei linii de separație în armătură, contactul de joasă se poate lega la un fir vertical; 1 — armătură; 2 — linie de separație

a reduce pericolul de cuplaj cu restul circuitului a, sau cu conexiunea inferioară legată la un fir vertical și practicînd o linie de separație în placă cu circuite imprimate ce servește ca armătură b.

O fixare mai simplă a unei piese grele pe placă se prezintă în fig. VI.14.

Fixarea unui potențiometr miniatură pe o placă cu circuite imprimate se face ca în fig. VI.15. Piesa-suport cu piciorușe de fixare se poate confecționa din tablă de cutie de conserve prin tăiere cu foarfeca; aceasta se lipește ușor. Piciorușele piesei-suport se pot face din sîrmă de Cu

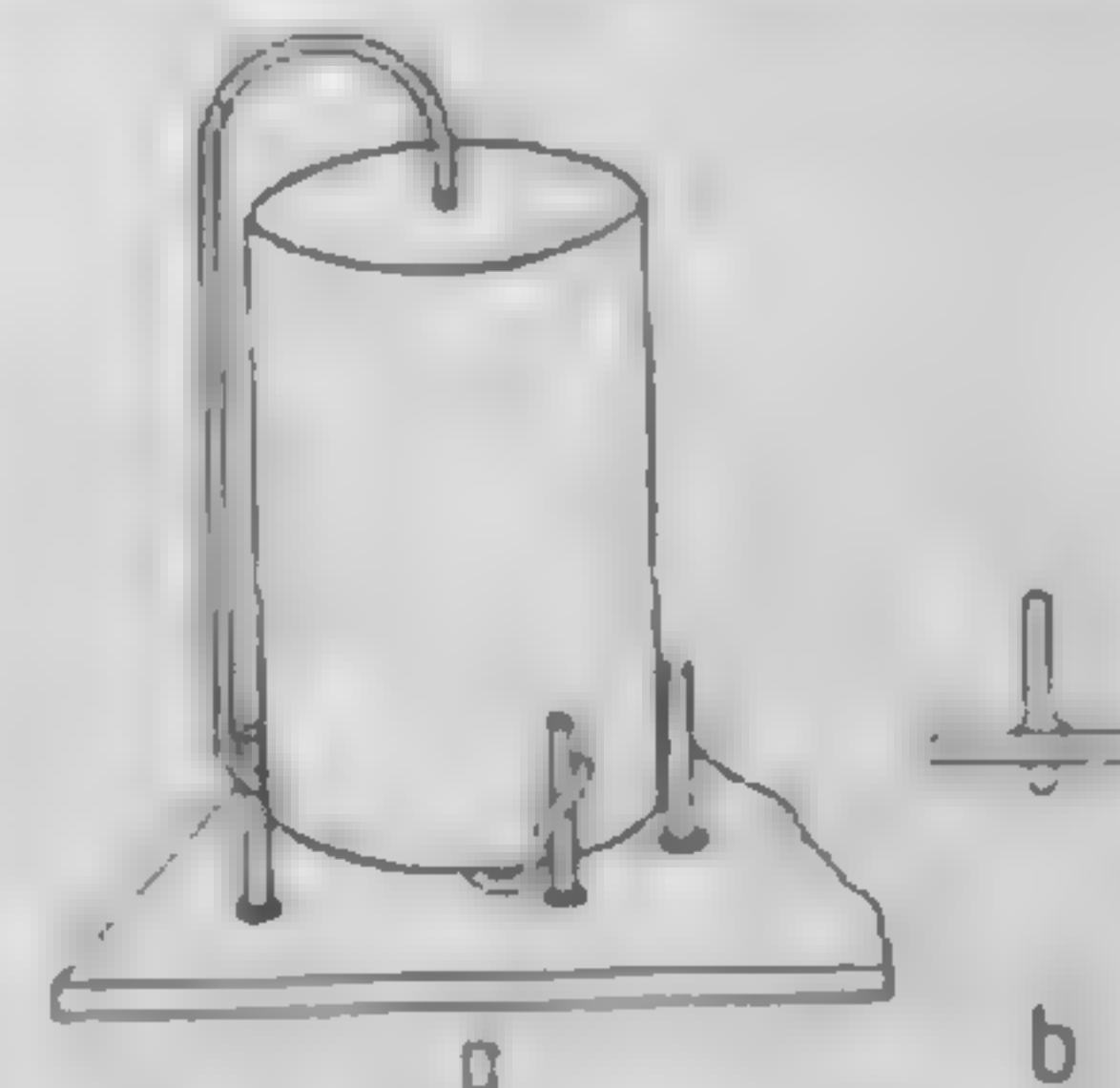


Fig. VI.12. Montarea verticală a unei piese grele și consolidarea prin piciorușe de sprijin:

a — montarea în colivie; b — montarea pe un fir vertical și pe o linie de separație în armătură

de $\phi 1$ mm, trecută prin tablă și lipită, și se pot îndoi astfel, încât să intre în traseul conductoarelor imprimate, la distanța corespunzătoare.

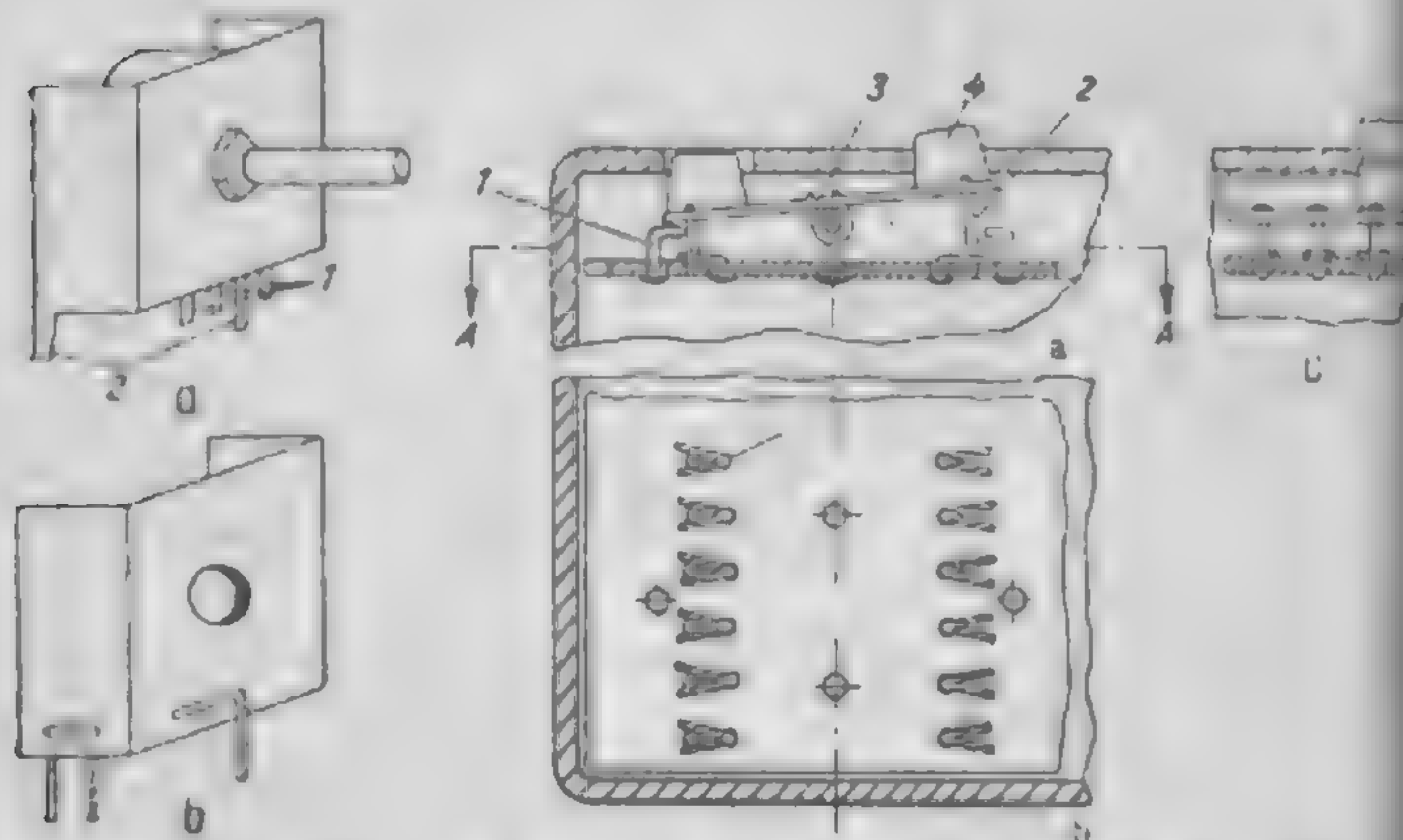


Fig. VI.15. Fixarea unui potențiomtru-miniatu-ră pe placa imprimată:

a — fixarea prin suportul din armătură-suport; b — fixarea prin înfășurarea din sîrmă (1); f — Țes de contact ale piesei; g — p-ciorușe de fixare.

Fig. VI.16. Comutator basculant cu contacte arcu-itoare în V, cu armături din placă imprimată:

a — comutatorul; b — secțiunea A-A; c — grupul de fișă în contacte V; f — umăr de limitare (opetitor); g — fișă; h — lagăr; i — clapă.

Fixarea condensatoarelor variabile pe placa imprimată este foarte dificilă; trecerea axului prin placă trebuie evi-tată. Condensatorul variabil, cînd nu este prea mare, se poate fixa pe o ramă comună cu placa, dar alături de aceasta, sau chiar în șuruburi, îndeplinind rolul de suport al plăcii. Fixarea trimerilor pe placă depinde de forma lor.

Uneori, piesele montate compact se pot izola prin trecerea unei benzi de hîrtie cerată printre ele.

Cînd depanatorul este nevoit, sau radioamatorul dorește, să-și construiască un comutator pentru folosirea pe plăci cu circuite imprimate, aceștia pot realiza un comutator bascu-lant, folosind cîteva capete de sîrmă de boruz de $\phi 0,4$ mm,

plăcuțe cu trasee imprimate corespunzător și P.V.C. dur pentru clape și umeri de limitare (fig. VI.16).

Comutarea se face prin intrarea grupului de contacte din stînga, alternativ cu cele din dreapta, în contactele V, la apăsarea clapei respective. Fișele cu $\phi 1$ mm descriu la comutare un arc de cerc; prin această mișcare, circulară, locurile de contact se pot ușor mări, dar inconvenientul este înlăturat prin forma contactului în V și găurile de fixare suficient de mari.

1 Borne de legătură și contacte

În stadiul actual al dezvoltării tehnologiei radioelectro-nice cu circuite imprimate pe plăci în module funcționale, o problemă importantă care se pune în realizarea montajelor cu astfel de circuite nu nu-mai depanatorului sau ra-dioamatorului, dar chiar uzi-nelor de specialitate, este aceea a legăturilor plăcii cu exteriorul (intrarea, ieșirea, alimentarea). Bornele de le-gătură trebuie să aibă o bună rezistență mecanică și prin ele să se facă un con-tact electric corespunzător.

Se pot construi borne (se) din sîrmă de Cu, cu $\phi 0,6-1$ mm, de lungime dorită și orientate conve-nabil, fixate în una sau două găuri și lipite pe traseul cir-cuitelor imprimate (fig. VI.17).

Depanatorul poate confecționa Țese din tablă de cutie de conserve care se cositoresc ușor; nu se recomandă lipirea bornelor sau a Țeselor direct pe foaia de Cu fără fixarea meca-nică în placă.

Pe placă se pot realiza la nevoie puncte de sprijin din sîrmă de Cu cu $\phi 0,5-0,8$ mm, fixate în găuri sub formă de

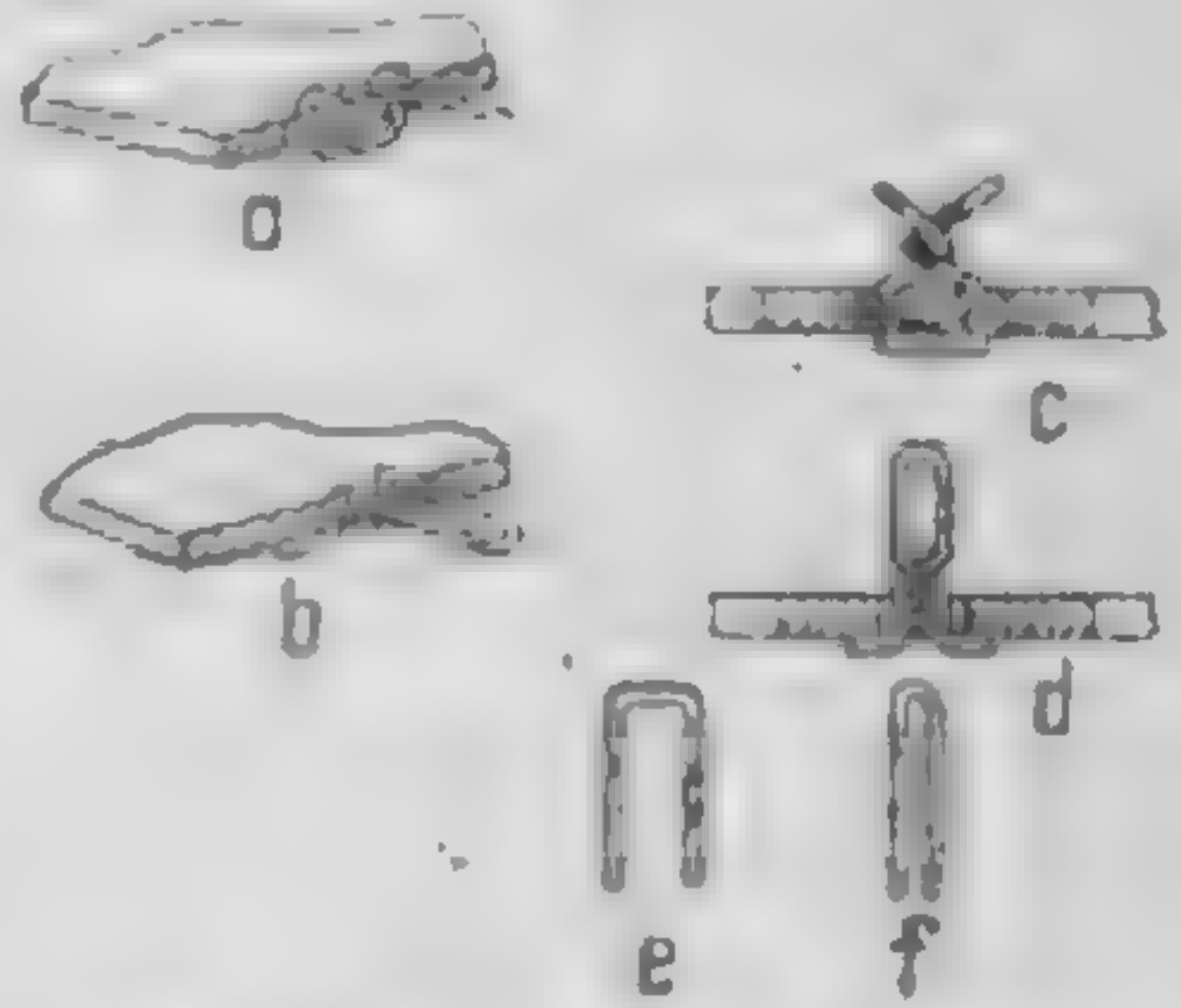


Fig. VI.17. Borne de legătură:

a — contact orizontal; b — contact Țes; c — contacte verticale; d — forma sîr-mei pentru a și c; e — forma sîr-mei pentru b și d.

cusătură cu realizarea simplă a unor ochiuri de prindere (fig. VI.18) de dimensiuni dorite.

Alt gen de puncte de sprijin se poate realiza din fișii de placă cu foiță de Cu, pe care, în cazul nevoilor de reparatură,



Fig. VI.18. Ősa de legătură sau sprijin tip cusătură cu ochiuri de prindere:

a — Ősă cu 4 treceri și 5 ochiuri; b — Ősă cu 4 treceri și 3 ochiuri; c — Ősă cu 4 treceri și 2 ochiuri; d — Ősă cu 3 treceri și 3 ochiuri; 1 — ochiul Ősei; 2 — placă imprimată; 3 — foiță de Cu.

se fac linii de separații dorite și găuri; alteori, se poate lăsa pe o margine sau pe mijlocul plăcii un traseu continuu, cu găuri, pentru punere la masă (fig. VI.19).

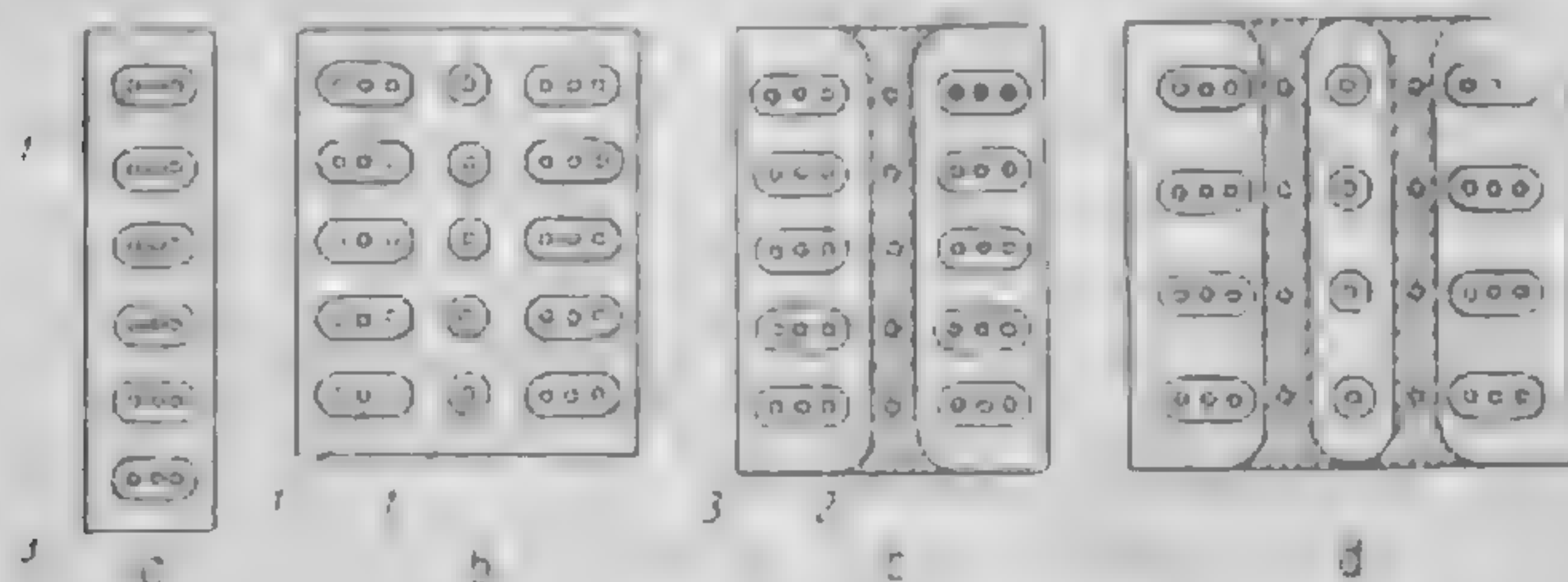


Fig. VI.19. Puncte de sprijin pe fișii de placă cu foiță de Cu:

a — b — placă cu puncte de sprijin; c — d — plăci cu puncte de sprijin cu 1 și 3 găuri; 2 — traseu continuu; 3 — placă.

Legăturile de ieșire ale modulelor funcționale se mai pot realiza prin contacte directe cu fișe fixate pe marginea plăcii și lipite pe traseele de circuit, ca în fig. VI.20.

Alteori, legăturile se fac indirect, prin intermediul unei reglete cu fișe, cu contacte fixate pe traseele ci imprimare, dispuse după necesitate, care se pot introduce în alte contacte sub formă de bușă (jacuri), ale modului funcțional vecin). Legăturile se fac ușor, plăcile se pot suprapune după voie, iar demontarea este ușoară și rapidă (fig. VI.21).

Se practică adesea și o cheie de ghidaj care ușurează și mai mult introducerea corectă a fișelor. Ca piese componente pentru construcția contactelor se pot folosi cele rezultate de la suporturile tub electronic (piciorușele cu diametru de 1 mm și bușele elastice).

Fișele se pot confecționa cu ușurință de către depanator sau radioamator, din sîrmă de Cu de 1 mm. De asemenea, în locul bușelor se pot folosi contacte arcuitoare, din sîrmă de bronz de $\phi 0,4$ mm, sub formă de furcă (în V) care se fixează pe placă în găuri, prin lipire, așa cum se arată în fig. VI.22.

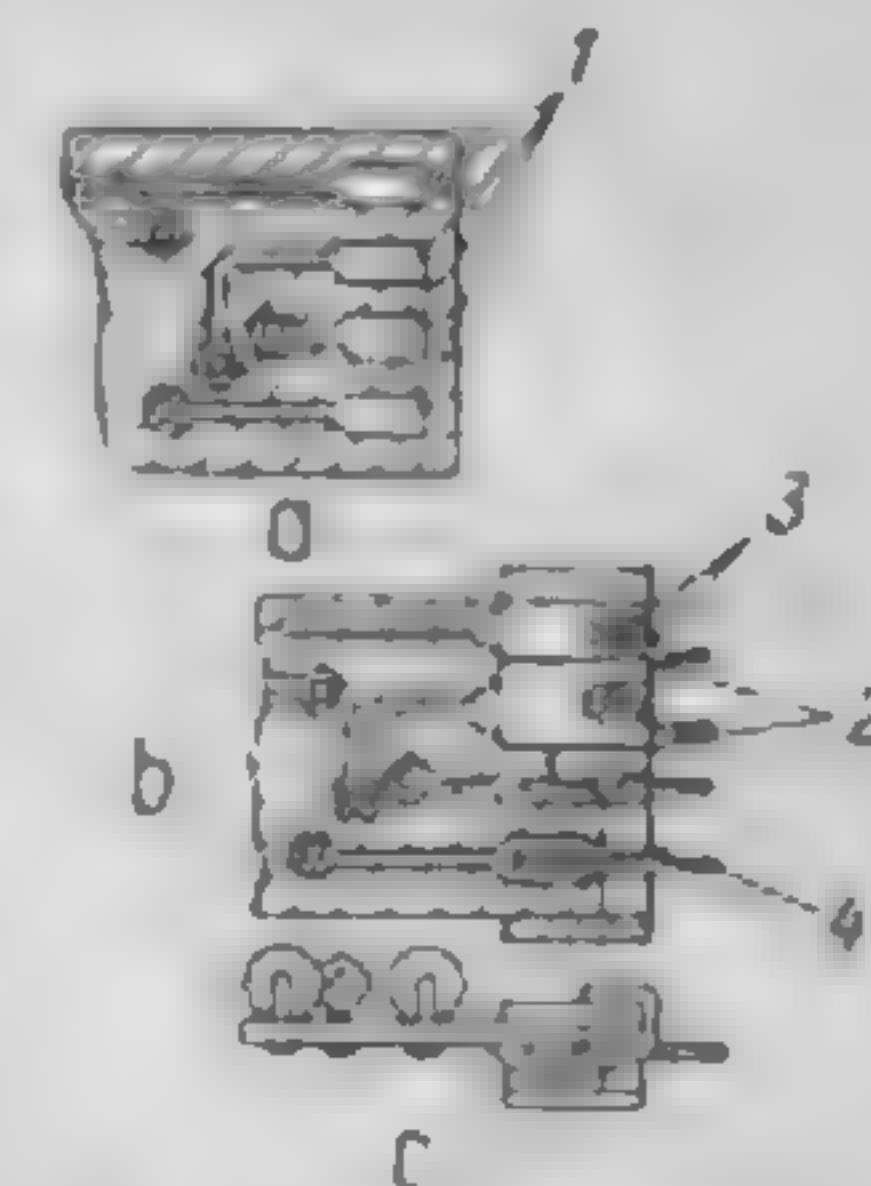


Fig. VI.20. Contacte directe cu fișe pentru intrare-ieșire:

a — placă cu suprafețele de contact (1); b — placă cu linii separatoare și fișe lipite (2,3); c — placă cu piese montate.

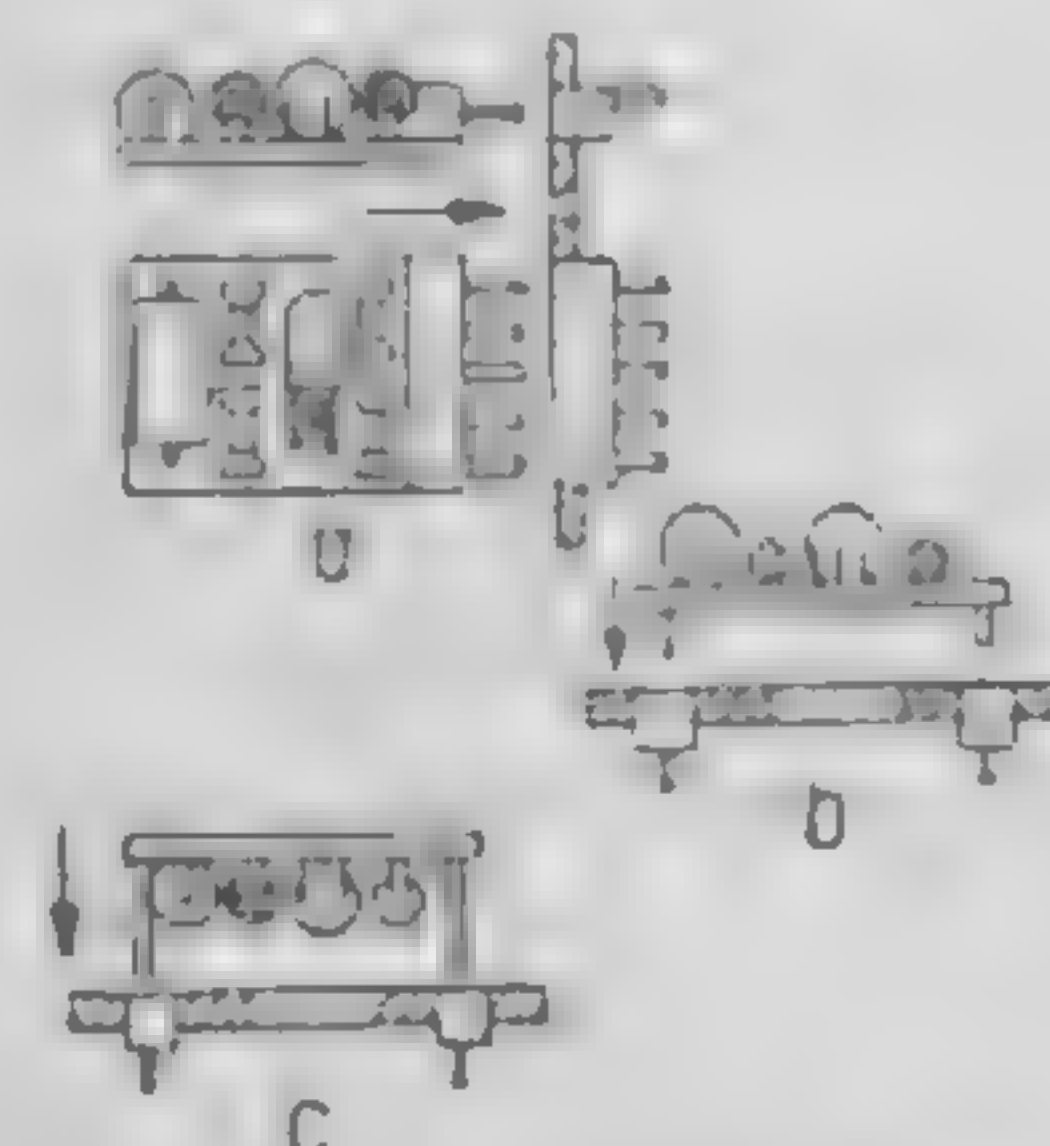


Fig. VI.21. Contacte indirecte cu regletă:

a — contacte paralele cu placă imprimată; b — contacte perpendiculare pe placa imprimată; c — contacte pe fața plăcii cu piese montate.

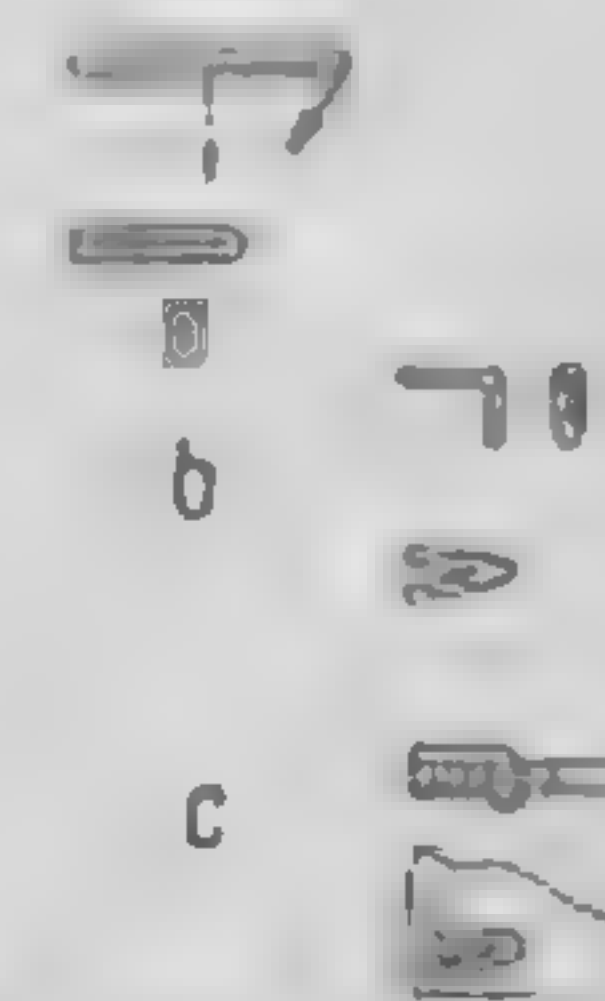


Fig. VI.22. Fazele de construcție ale contactelor arcuitoare în V:

a — tăierea și îndolirea sîmlei; b — formarea; c — fixare și lipire în gaura din placa imprimată.

nu permite conectarea prin crocodili, iar lipiturile provizorii nu sînt recomandabile (din cauza stratului de protecție sau a distrugerii soției de Cu).

Pentru legarea aparatelor de măsurat la aceste puncte, se pot folosi, atât crocodili, cât și bucle spiralate, confecționate prin înfășurarea manuală a unei sârme de bronz pentru arcuri de 0,4 mm pe un știft care să-i asigure diametrul interior de 1 mm.

Pentru că rămlne o mică distanță între spire, la comprimare, bușa se lărgeste puțin și intră ușor, făcînd un contact bun pe fișă; pentru deconectare este suficientă o comprimare ușoară a spirelor cu unghia și bușa se lărgeste puțin și iese

5. Montarea tuburilor electronice pe plăci cu circuite imprimate

După ce am arătat cum se adaptează constructiv, pentru nevoi de reparații, diverse piese ce ar putea să fi înzestrate pe plăci cu circuite imprimate, vom vedea că adaptarea tuburilor electronice ridică probleme noi.

Limitându-ne la tuburile cu 7 și 9 piciorușe, de tip miniatură, atunci

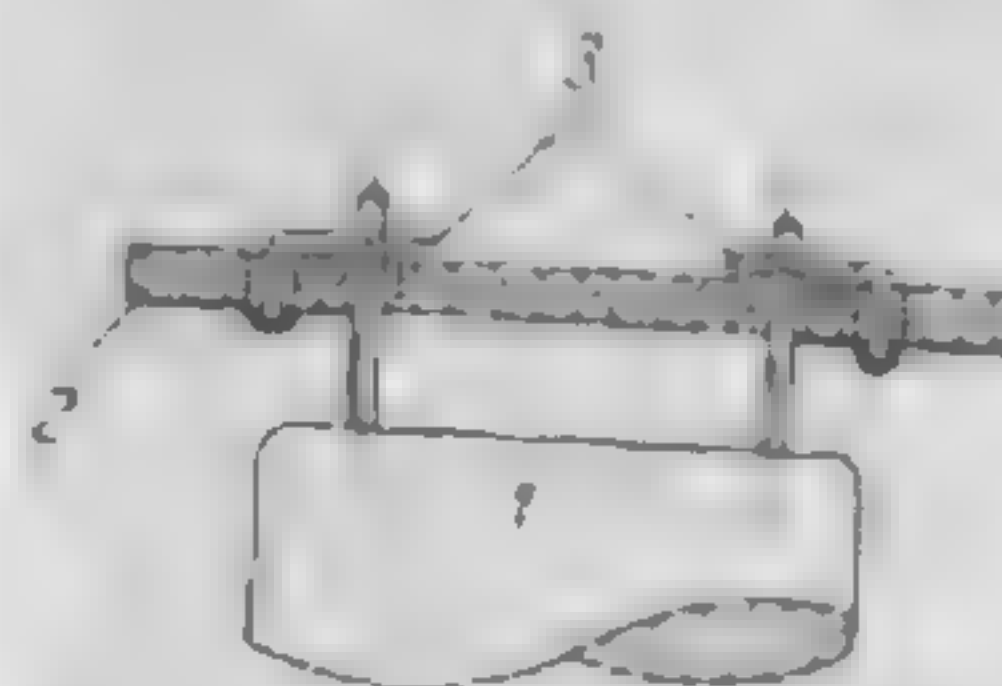
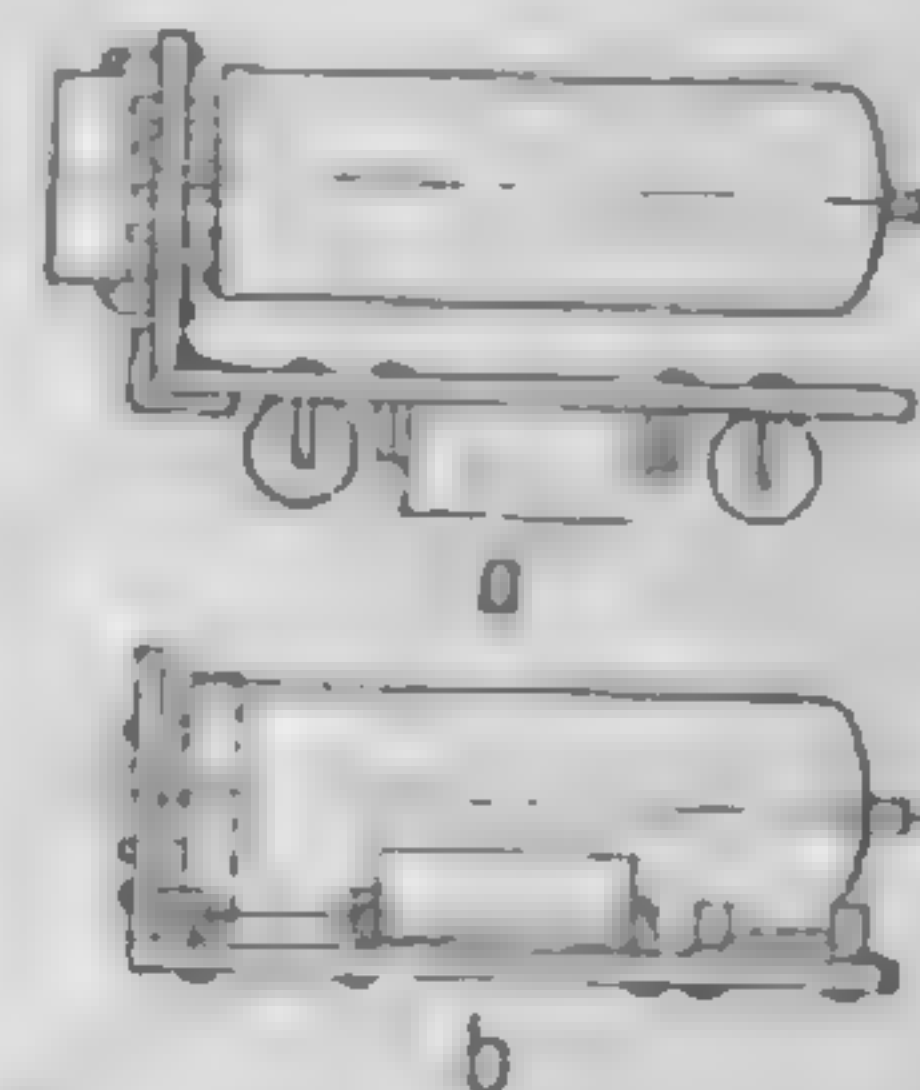


Fig. VL24. Montarea unui tub electronic direct pe placă prin fixare în contacte în V;
1 — tubul electronic; 2 — placă; 3 — contacte în V.



**Fig. VI.25. Montarea unui
tub electronic pe placa im-
primată cu ajutorul unei
plăci-suport:**
a — montarea tubului pe fața
cuprată a plăcii; b — monta-
rea tubului pe fața cu plumb
montate.

cind nu se dispune de socluri anume construite, acestora se fixează pe placa imprimată, după ce în prealabil s-au practicat găurile necesare în funcție de schema electrică a circuitului și traseele imprimate, și după ce în ele s-au poziționat corect (prin introducerea unui calibru în găuri) și s-au fixat prin lipire contactele arcuitoare în V.

Spațiul dintre picioare se poate folosi ca suprafață de punere la masă, când traseul conductoarelor pe placă o permite (fig. VI.24).

Tuburile electronice se pot fixa atât pe fața cu trasee imprimată a cît și pe cea cu piese montate a plăcii b.

Montarea tuburilor pe suprafața cu trasee imprimate apără piesele de solicitarea termică, dar necesită un volum mai mare pentru modulul funcțional.

Dacă nu există pericol de supraîncălzirea pieselor și când energia calorică a tubului poate fi disipată prin măsuri potri-

vite, se recomandă montarea tubului paralel cu placa. Pentru aceasta se folosește o placă anexă de dimensiuni necesare, în care se fixează tubul prin contacte în V

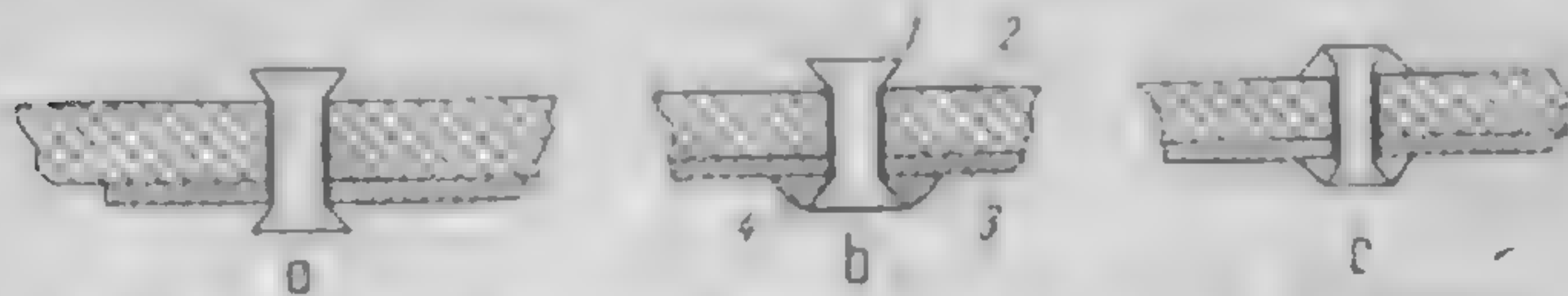


Fig. VI.26. Forme de nituri tubulare pentru circuite imprimate:
a — nitul fixat pe placă; b — nitul fixat și lipit pe placă; c — nitul bencuit pe placă; 1 — nit; 2 — placă; 3 — folie de Cu; 4 — lipitură.

și apoi aceasta se fixează pe placă cu o scoabă-vinclu (fig. VI.25).

Alteori, pentru fixarea tuburilor electronice se folosesc nituri tubulare ca cele din fig. VI.26.

6. Înlocuirea pieselor în montaje

Scoaterea unei piese de pe placa cu circuite imprimate este o operație delicată, datorită dificultăților pe care foita de Cu le poate crea prin deslipirea de suportul-placă, din

cauza lipirilor frecvent repetate pe ea, a timpului prelungit de lipire cu un ciocan supracălzit, manipularii incorecte etc.

Greutățile mari constau în desdoirea capetelor bornelor de ieșire a rezistențelor sau condensatoarelor de pe fața imprimată a plăcii. Când piesa are 2—3 puncte lipite, poate fi îndepărtată

Fig. VI.27. Tragera cositorului de pe lipitură cu ciocanul de lipit.

numai pe etape. Ceea ce s-a spus despre suprasolicitarea termică a foitei (care se poate deslipi de pe placă), este valabil și în cazul lipirii piesei înlocuitoare.

În cazul montajelor cu circuite imprimate, care au avut o perioadă de funcționare mai lungă, a fost posibilă o oxidare

a foilii de Cu sau a bornelor de ieșire dacă n-au fost corespunzător acoperite cu strat protector.

Pentru deslipiri de piese, reparatorul trebuie să folosească ciocanul de lipit; se îndepărtează cositorul de pe lipitură în timp cât mai scurt; în acest scop, vârful ciocanului se introduce în decapant și se scutură sau se șterge cu o clrpă; se „trage” cositorul de pe lipitură, ținând placa cu fața lipită în jos pentru scurgerea cositorului (fig. VI.27).

La nevoie operația se repetă de 2—3 ori la intervale scurte. Dacă se urmărește scoaterea unei piese fixată cu două borne, și acestea sînt nelînduite, se încălzește locul lipiturii și se trage borna de ieșire din placă. În cazul în care la scoatere gaura n-a rămas degajată de cositor, pentru montarea piesei înlocuitoare se curăță cu bormașina. Se va evita încălzirea continuă a plăcii pe locul găurii. Dacă borna este îndoită pe traseul imprimat, după eliminarea cositorului,

se desdoie borna cu o lamă de cuțit și după încălzire se trage afară. În cazul conexiunilor tranzistoarelor, acestea se pot extrage din placă, fără a mai fi desdoite.

În cazul pieselor fixate în mai mult de două borne, acestea trebuie deslipite și extrase pe rînd, folosind pentru aceasta șurubelnița, care se introduce sub marginea piesei, și borna încălzită se scoate din gaură; se repetă operația cu celelalte borne (fig. VI.28).

În cazul bornelor accesibile a fi trase cu penseta sau cu cleștele lat, acestea se trag ușor în timpul încălzirii lipiturii cu ciocanul de lipit.

Pentru îndepărtarea pieselor verificate ca fiind defecte, dacă lungimea bornelor o permite, acestea se pot tăia cu cleștele la o distanță convenabilă de presă, fie pentru ca pe



Fig. VI.28. Dezlipirea și scoaterea unei piese de pe placă.

capetele rămase în placă să se monteze piesa nouă, după ce bornele ei au fost îndoit forminal (se. fie pentru a elimina mai ușor restul de bornă din lipitură (fig. VI.29).

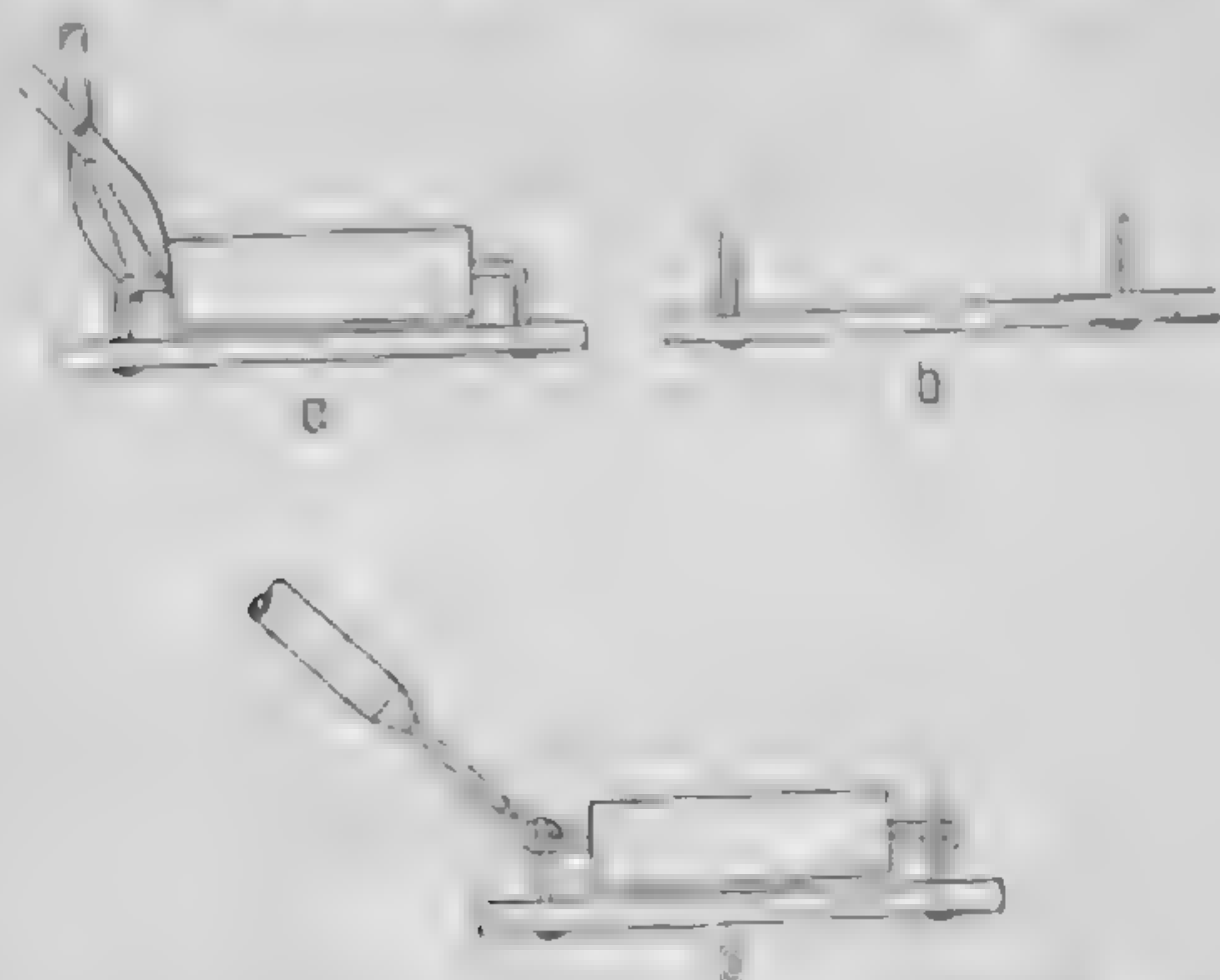


Fig. VI.29. Îndepărtarea unei piese defecte din montajul de pe placă:

a — tăierea bornelor de legătură; b — capetele de borne rămase în placă; c — fixarea piesei înlocuitoare pe capetele de borne rămase în placă.

7. Defecte ascunse și remedierea lor

La unele circuite imprimate ale aparatelor de radio, și mai adesea la radioreceptoarele de buzunar, s-au constatat întreruperi în funcționare, fără a se putea descoperi imediat



Fig. VI.30. Fisură în traseul imprimat din foaie de Cu.

defectul și s-a observat după o minuțioasă verificare, existența unor fisuri capilare în traseele de foaie de Cu, mai ales când acestea erau prea înguste; acest fapt a întărit regula ca traseele să nu se realizeze prea înguste (fig. VI.30).

Cauzele fisurilor pot fi o arcuire (îndoire a plăcii) sau existența unor tensiuni în placă, datorite fie înșurubărilor, fie defectelor de lipire a

foiței pe placă. Pătrunderea în evidență a acestor fisuri este dificilă, întrucât un contact imperfect poate apărea la o anumită solicitare la care este supusă placă (de ex. rotirea axului unui potențiometr, comutare de contacte etc.). În restul timpului capetele foiței de Cu a circuitului imprimat suprapunându-se totuși. După descoperirea fisurii, aceasta se curăță atent, se deapează și se umple cu esut, care să lege eficient capetele întreruperii. Dacă foia s-a desprins pe o porțiune mai mare, porțiunea deslipită se înlocuiește cu conductor de sîrmă de $\phi 0,4$ mm sau mai subțire, care se lipiște pe capetele foiței de Cu. Alteori se face găuri în placă și se realizează o punte dintr-un conductor mai gros.

Pentru a preveni curbarea plăcii, fie ca urmare a unor defecte de lipire a straturilor sau a foiței de Cu, fie ca efect al greutatei pieselor montate pe ea, aceasta se va fixa într-o ramă sau prin alte metode în mai multe puncte, spre a-i asigura stabilitatea necesară într-un spațiu redus, în aparatul respectiv.

În capitolul de față s-au dat, în limitele unui spațiu restrîns, câteva indicații pentru reparatori și radioamatori, astfel încît aceștia să poată rezolva cu succes și cu mijloace reduse unele probleme ridicate de montarea și lipirea pieselor pe circuitele imprimate.

În mod analog se pot prezenta soluții constructive de transformarea în montaj a unor scheme electrice simple sau mai complexe de radiorecepție pe gamele de UL, UM, US sau pe cea fabricată de radioamatori, folosind piesele și tranzistoarele produse în țară.

În viitorul apropiat, plăcile cu circuite imprimate vor deveni un element constructiv și la îndemîna radioamatorilor din țara noastră, dînd fantezia și spiritul creator al acestora își vor putea spune cuvîntul.

VII. CONTROLUL CALITĂȚII LIPITURILOR

1. Controlul preventiv

Calitatea executării operațiilor de montaj cu piese corespunzătoare și respectiv calitatea lipiturilor de îmbinare între variatelor elemente ale circuitelor radioelectronice, determină siguranța în exploatare a aparatelor respective.

Intrucit procesul de lipire propriu-zis este dependent și precedat de o serie de operații de pregătire cu un volum mare de lucrări și o durată mai mare decât a lipirii propriu-zise, se impune executarea unui sever control preventiv asupra:

- compoziției aliajului de lipit;
- compoziției fondantului;
- însușirea cunoștințelor teoretice elementare ale procesului de lipire de către operator;
- pregătirea atentă a pieselor și a subansamblurilor pentru lipire;

— corecta alegere a materialelor și regimului tehnologic de lipire, astfel încât prin aceasta să rezulte o conductivitate electrică ridicată, o rezistență mecanică și la coroziune corespunzătoare.

La controlul preventiv al îmbinării prin lipire în uzine, participă în egală măsură organele care recepționează materialele de la furnizorii externi, laboratoarele ce efectuează analizele aliajelor și fondanților, organele de control din secțiile de pregătirea pieselor și subansamblurilor — toate aceste controale trebuie să se facă în concordanță cu prevederile normelor interne și STAS-urilor în vigoare.

Întocmirea unei judicioase documentații tehnologice cu defalcarea operațiilor în mănări simple și comode, prevederea și asigurarea celui mai potrivit utilaj de control, a cărnucășterii și minuire să fie bine însușită de către operator, precum și dotarea punctelor de control cu scule potrivite, instrucțiuni, modele etc. sînt condiții premergătoare unui control de calitate eficient.

2. Controlul între faze

În procesul tehnologic de asamblare a aparatelor folosind montaje clasice, sau montaje pe plăci cu circuite imprimate, dar la care lipirea se face cu ciocanul de lipit, punctele de control vor fi instalate pe banda transportoare în diferite locuri după efectuarea unui număr oarecare de operații de fixare a conductoarelor spațiale a rezistențelor, a condensatoarelor și lipirea lor.

Punctele vor fi astfel dispuse, încît într-un timp egal cu ritmul de bandă controlorul să poată verifica corectitudinea asamblării, calitatea lipiturilor, a rezistenței mecanice a acestora; se va repartiza spre control un anumit număr de puncte lipite, fiecărui controlor, astfel încît acestuia să-i fie

ușor accesibile și grupate pe cît posibil. La punctele de control pe bandă, în cazul produselor noi, se vor afișa scheme de cablaj model, cu traseul conexiunilor, orientarea pieselor și punctele de lipire marcate cu culori.

Controlorul își va însuși toate condițiile pe care trebuie să le îndeplinească fixarea corbelor, rezistențelor și condensatoarelor, diodelor cu Ge, tranzistoare, așa cum au fost arătate în cap. IV și în cap. V.6, de care va trebui să se țină seamă întocmai.

După efectuarea controlului vizual și prin încercări cu pensula sau cleștele de apucat și eventual cu lanpa de joasă tensiune în punctele greu accesibile, punctele lipite se vor marca de către controlor cu vopsea de protecție de o culoare anumită, pe lângă punctul respectiv de control, cu ajutorul unei pensule; se va folosi de preferință vopsea de nitroemail diluat în acetonă pînă la viscozitatea de 6° Engler, sau, în cazul cositoririi selective, chiar lacul protector termorezistent.

Ca prim indiciu vizual al unei lipituri de calitate va fi stralul sulfin și melanj de aliaj de lipit, sub care se poate vedea felul cum piesele sînt fixate mecanic.

La unele faze, formate din punerea de aliaj, pot apărea lipituri false cu starea rezistență mecanică și conductivitate electrică scăzută, ca urmare a unei pelicule de fondant rămas, rămăs sub aliajul de lipit. Acest fel de lipituri pot produce zgomete sau pînțuri și trosături în funcționarea electrică a montajului. Sursele de fondant și schimbarea lui pe conexiuni sau contacte pot produce chiar scurtcircuite cînd s-au impănărit și cînd contactele sau conexiunile sînt foarte apropiate.

Lipitura trebuie să aibă o suprafață lucioasă, fără proeminențe ascutite, fără crăpături sau sălări. Proeminențele trebuie dovedesc că lipitura n-a fost afiată, adică aliajul n-a ajuns la temperatura de lipire și deci locul unde aliajul n-a fost suficient încălzit, din cauza insuficientei încălziri a virfului de ciocan de lipit.

Suflurile și crăpăturile în aliajul lipiturii dovedesc că piesele de îmbinare s-au mișcat sau montajul a vibrat în momentul lipirii.

Se vor controla atent punctele de îmbinare unde s-au lipit conductoarele de liță multilinare. Dacă în timpul operației de fixare mecanice a capetelor conductoarelor de liță în corbeli are loc o destrămare așchii a inelului, aceasta poate provoca rănirea suprafeței lipiturii, ori pot rămîne lire de liță

nelipite; capetele proeminente de conductoare sau bornele de mîiere necoperite cu aliaj de lipit pot da eroziuni în timp, și de aceea trebuie tînușe după lipire cu cleștele de tîrat conexiuni.

Supunerea montajului de ansamblu cu lipiturile efectuate la proba de vibrație și scuturare poate scoate la iveală existența unor lipituri necorespunzătoare. Vibrarea se poate face la frecvența de 50 Hz, cu o accelerație de 4 g timp de 2-3 min.

Verificarea rezistenței mecanice a lipiturii se poate face pe epruvete în laborator sau pe lipituri efectuate în producția de serie. Din practica lipirii în montaje radio a rezultat că rezistența mecanică a unei lipituri corecte poate fi verificată prin tragerea cu cleștele lat a conductorului la lungul său, cu o forță de 0,5 kgf; dacă lipitura nu și modifică starea — fapt ce poate fi constatat vizual — atunci lipitura este bună.

Pe măsura ce procesul tehnologic de asamblare și lipire se desăvîrșește, în aceeași măsură operațiile de control se simplifică și se ușurează.

În practica lipirii în băi cu aliaj sau pe instalații de lipire cu jet (valori staționare) a pieselor montate pe plăci cu circuite imprimate, se va face un sever control al montajului, atât vizual cit și cu aparatura de control corespunzătoare. Toate cerințele unei lipituri de calitate expuse în cazul celor efectuate cu ciocanul rămîn valabile și aci.

Excesul de aliaj de lipit pe placă, nealinierea de conductorului pe contacte, conexiuni, sau pe foaia de Cu (așa-numitele pistuni), țurțuri și punțile între conductoarele imprimate ori între acestea și pastilele din jurul gurilor, precum și scurgerile de tîndant pe borne și găurile din suporturile tuburilor electronice, sînt tot atîtea fenomene ce trebuie înlăturate în urma unui control atent.

În cazul lipirii în băi, unde întregul sistem placă-press de lipit stă în aliajul topit pe toată durata lipirii și unde adesea sistemul nu se preîncălzește și în contact brusc cu topitura, suferind un șoc termic, se va controla în prealabil respectarea prescripțiilor de montaj arătate în cap. IV și cap. V.6.

3. Controlul final

Cînd în urma controlului efectuat se constată că montajul nu corespunde indicilor de calitate, acesta se restituie de către controlor montatorului, cu indicarea defectelor descoperite pentru remediere.

Cu toate operațiile de control între faze pe parcursul procesului tehnologic sînt posibile cazuri de montare a unor piese electrice cu valori nominale necorespunzătoare, îmbinări greșite etc. Acestea se pot depista măsuring mîrimea rezistenței electrice a fiecărui circuit în parte, conform schemei de realizare a montajului, cu un ohmmetru.

În general, aceste măsurați de verificare implică conectarea instrumentului la punctele de ieșire ale circuitelor și citirea pe ecranul acestuia, deci o activitate laborioasă. Se poate reduce volumul acestei munci prin folosirea unor șabloane sau a unor aparate de comparare a circuitului verificat cu unul etalon, cînd diferența între parametri măsurați și cei etalon se compară cu toleranțele admisibile.

În uzinele constructoare de montaje radioelectronice pe plăci cu circuite imprimate, muncitorii și tehnicienii controlori capătă cu timpul o rutină ce-i ajută să descopere cu ușurință greșelile de montaj.

În cazul reparatorilor din atelierele de reparați aflate pe teritoriul, în raioanele regiunilor, care fac fie reparațiile aparatelor aflate în termenul de garanție, fie al celor în exploatare, aceștia primesc spre reparație diferite aparate, fiecare avînd un montaj diferit, o funcțiune diferită. Pentru a veni în ajutorul reparatorilor, uzinele care realizează montaje electronice pe plăci cu circuite imprimate, pot construi, simpli și adînci, pentru fiecare astfel de montaj, un șablon din material izolan și flexibil.

Acest șablon, care poate avea o suprafață egală cu a plăcii și o grosime de 0,4-0,8 mm, posedă cîte o gaură în dreptul fiecărui punct de îmbinare de pe placă. Există avantajul folosirii acestor matrițe de ștanțare (tîrare și gaurire) cu care se ștanțaza placa imprimată, al cărei montaj urmează a se verifica cu șablonul respectiv, precum și masca de lipire în cazul folosirii acesteia.

Pe o față a șablonului (de preferat pe fața cu care se va fixa pe partea cu lipituri a plăcii dacă șablonul este din material transparent) se imprimă, prin metoda offset, de exemplu, desenul schemei de montaj cu conturul rezistențelor, condensatoarelor etc., care s-au imprimat și pe fața plăcii cuprate pe care se realizează montajul (deci al doilea avantaj în realizarea șablonului).

Șablonul prezintă astfel, la o simplă privire, toate elementele din schemă prin simbolurile și conturul lor.

Pentru ușurința orientării reparatorului și a depistării imediate a unei greșeli în montaj, imprimarea traseelor de circuit, și eventual și a conturului pieselor cu simbolurile lor, se face cu mai multe culori, fiecare corespunzând unei anumite tensiuni (unui anumit gen de curenți), de exemplu :

— tensiunea de anod și de grilă-ecran însemnate cu roșu arată ce piese și ce puncte pe traseele de circuit trebuie să se găsească la această tensiune;

— potențialul de grilă de comandă, cu verde;

— tensiunea de filament, cu albastru;

— potențialele de catod și masă, cu negru.

Pentru lucru, reparatorul așază șablonul pe fața cu lipituri a plăcii (și-l poate fixa ușor de aceeași ramă pe care este fixată placa, cu un sistem simplu de scoabe cu arc, cleme sau chiar cu crocodili în 2—3 puncte) mai înainte de a începe căutarea greșelilor, astfel încît fiecare punct de sudură să fie accesibil prin gaura respectivă a șablonului.

Rezultă că aceste șabloane se pot folosi numai cînd placa imprimată este accesibilă în timpul funcționării electrice a montajului, lucru de care trebuie să se țină seamă la construcția aparatelor. Conectînd, prin spioni, la instrumentul de măsură, pe rînd, punctele de imbinare (accesibile prin găurile șablonului) din circuit, se poate depista ușor greșeala (contacte imperfecte ca urmare a unor lipituri necorespunzătoare sau a unor fisuri ascunse ale traseului imprimat, rezistențe arse, condensatoare străpunse etc.).

VIII. TEHNICA SECURITĂȚII MUNCII ÎN PROCESUL DE LIPIRE PE MONTAJE RADIOELECTRONICE

Normele generale de conduită obligatorie, referitoare la organizarea protecției muncii, sînt cuprinse în prezent în Codul Muncii, în H.C.M. nr. 1108/1962 și în Decretul nr. 834/1962.

În procesul de lipire urmează să se ia măsuri de protecție în : operațiile de pregătire a pieselor pentru lipire și operațiile de lipire propriu-zisă.

1. Măsuri de protecție în procesul de pregătire a pieselor pentru lipire

În operațiile de pregătire a pieselor pentru lipire (conexiuni, rezistențe, condensatoare etc.) și efectuarea montajului

radioelectronice se vor avea în vedere măsurile de protecție a muncii impuse de minuirea sculelor mărunte, dispozitivelor și utilajelor, ca : clește de tăiat și curățat conexiuni, pensetă, șurubelniță semiautomată sau acționată cu aer comprimat, prese de mină cu acționare automată sau cu aer comprimat, dispozitive de tăiat, curățat și îndoit bornele de ieșire ale pieselor.

Respectînd instrucțiunile de folosire potrivite destinației și conformîndu-se prevederilor din fișele tehnologice, în ce privește ordinea minuirilor din cadrul fiecărei operații în care este defalcat procesul tehnologic, muncitorul nu va fi supus pericolului unui accident de muncă.

În operațiile de acoperiri metalice a pieselor (și mai puțin în acelea ale tratării plăcilor-suport pentru imprimarea circuitelor), unde se lucrează în mediu de aer viciat, cu vapori de gaze toxice, umezeală și praf, se impun măsuri speciale de protecția muncii.

O serie de compuși chimici, ca : sărurile de Pb, Cr, apoi cianurile și fosfații, pot irita căile respiratorii, pot produce intoxicații sau leziuni pe piele. Pentru aceasta :

— în cazul degresării electrolitice cu alcalii sau cu cianuri a pieselor, se vor lua măsuri speciale de ventilație locală a instalației și generală a încăperii;

— în cazul decapării pieselor în băi de acid sulfuric sau în băi de acid azotic și acid sulfuric, cînd reacțiile ce au loc pun în libertate vapori nitroși foarte toxici, se va lucra sub protecția unei puternice ventilații locale :

— în operațiile de zincare, cadmiere, unde se lucrează cu cianuri de Zn, Na, K, sulfură de Na (NaS), sulfat de cupru (Cu SO_4) în care au loc vaporizări ale electrolitilor (mai ales cînd se lucrează la temperaturi înalte), piesele vor fi mai întîi bine spălate de resturile soluției de decapare (acidă) pentru a nu forma acid cianhidric, (foarte toxic) în soluția de cianuri în baie;

— se vor purta mănuși, șorțuri și costume de protecție;

— piesele se vor manevra cu cîrlige și clește;

- se va ventila puternic, atât local cât și general;
- în operațiile de pasivizare se vor lua aceleași măsuri de protecție ca la decapare.

2. Măsuri de protecție în procesul de lipire propriu-zisă

În cazul operațiilor de lipire propriu-zisă se iau măsurile generale și speciale impuse de exploatarea utilajelor alimentate cu curent electric.

Se știe că acțiunea curentului electric asupra corpului omenesc este funcție de: intensitatea curentului; durata acțiunii acestuia; frecvența curentului; calea pe care curentul o parcurge în corp.

S-a stabilit că intensitatea maximă periculoasă pentru operator la frecvența industrială este de 10 mA în curent alternativ și 50 mA în curent continuu.

Cu cât durata acțiunii curentului electric asupra corpului omenesc este mai mare, cu atât acesta produce leziuni mai periculoase. În general, pericolul acțiunii curentului electric scade cu creșterea frecvenței. Cu cât curentul străbate o mai mare parte a corpului, cu atât este mai periculos, afectând puternic centrul nervoși și căile nervoase în general. Acțiunea curentului se manifestă prin traumatisme, provocate de acțiunile mecanice, termice, chimice etc., fie sub formă de leziuni, fie de paralizie, electroliza sîngelui, întreruperea respirației, a funcționii normale a inimii etc.

Acestea pot avea loc cînd se ating elementele metalice ale instalației sub tensiune cînd înalta tensiune a pătruns din părțile de înaltă tensiune ale instalației în cele de joasă tensiune sau cînd o proastă izolație pune sub tensiune părți care în mod normal nu sînt sub tensiune.

La deteriorarea izolației electrice a instalațiilor, în cazul alimentării de la rețeaua electrică, întreaga instalație sau o parte a ei se găsesc sub tensiune și operatorul se găsește la atingerea ei în contact cu una din faze sub intensitatea curentului dat de relația:

$$I = \frac{U}{R_{co}}$$

unde: U este tensiunea între fază și pămînt;

R_{co} — rezistența electrică a corpului omenesc care se consideră, cu aproximație, egală cu 1 000 Ω (deși ea variază în limite largi).

Pericolul poate fi mai mare sau mai mic, după cum rețeaua are conductorul neutru pus la pămînt sau izolat de pămînt.

Pentru a preîntîmpina pericolele, în instalațiile de lipire se folosesc tensiuni reduse (sub 50 V).

În general, părțile instalației care pot intra sub tensiune prin deteriorarea izolației (deși aceste părți nu lucrează normal sub tensiune) se vor lega la pămînt sau la conductorul neutru (după cum acesta lucrează cu conductor neutru izolat față de pămînt sau cu el legat la pămînt), printr-o rezistență de maximum 4 Ω .

Ciocanul de lipit se alimentează printr-un transformator coborîtor de tensiune între 12 și 36 V. În cazul folosirii excepționale a alimentării ciocanului direct de la rețeaua de 110 sau 220 V, acesta se va lega de pămînt.

Mesele de lucru, la locurile de lipire cu ciocanul, se vor acoperi cu material izolant, iar sub picioare operatorul va avea preșuri izolatoare groase de 5 mm sau cel puțin scinduri din lemn uscat.

Minerul ciocanului de lipit, executat din material izolant, va avea dimensiunea prevăzută în STAS.

Băile de lipire și instalațiile cu jet (valuri staționare) vor fi puse la pămînt și vor avea instalații cu coș absorbant al gazelor și vaporilor nocivi.

În băi cu topitură nu se vor introduce piese umede sau stropite cu apă, cositorul putînd să sară în stropi și să provoace arsuri.

Se recomandă ca muncitorii care lucrează la băile de lipire sau la instalații cu jet să poarte mănuși și costume de protecție.

Nu se va minca în preajma instalațiilor de lipire în funcțiune.

În cazul lipirii cu ciocanul de lipit, se va folosi aliajul tubular (înfășurat pe mosor fixat la masa de lucru), întrucît folosirea bucăților sau a capetelor mici poate provoca arsuri la degete cu ciocanul.

În cazul lipirii cu ciocanul în montaje (aparate) alimentate prin autotransformator (unde legătura între primar și secundar se face nu numai magnetic, ci și electric), șasiul montajelor (aparaturilor) respective trebuie legat la pămînt.

BIBLIOGRAFIE

- Apukhtin, G. I., Tehnologia lipirii îmbinărilor de montaj în construcția de aparate, (traducere din limba rusă), București, I.D.T., 1959.
- Klaus, Schlenzig. Die Anwendung von gedruckten Schaltungen durch den Amateur. In: Radio und Fernsehen, nr. 12, Berlin, 1961, p. 375—378.
- Кобан, М., Тауэhlöten wärmeempfindlicher Bauelemente. Nachricht-Лакедемонский, А. В. и Хряпин В. А., справочник по лужению машиностроения, Москва, 1963.
- tentechnik, nr. 12, R.F.G., 1952, p. 475—478.
- Lăzăroiu, F. D. și Popescu Pascal. Problema aliajelor pentru lipit în radiotehnică, Electrocomunicații, nr. 4, București, 1961, p. 160—170.
- Lane, Leonard. Soldering Transistor Radios and Printer Circuits. L.T.D., London, 1962.
- Mareu, N. P., Vasilescu, B. și Caba, M. Studiul unor aliaje de lipit pe bază de Al, Zn, Pb, Sn, Institutul de Cercetări Metalurgice și Miniere, București, 1960.
- Masscho, R., Denudez-vous proprement les fils blindés isolés. In: Radio Constructeur et depeneur, nr. 193, Paris, 1963, p. 308.
- Schnabel, R., Prüfschablone für gedruckte Schaltungen. In: Radio und Fernsehen, nr. 16, Berlin, 1963, p. 503—504.
- • • Neues aus Forschung. In: Industrie und Wirtschaft Frequenz, nr. 3, Berlin, 1964, p. 112.
 - • • Weichlöttechnik für gedruckte Schaltungen. In: Radio und Fernsehen, nr. 14, Berlin, 1961, p. 434—435.
 - • • Gedruckte Lötleisten. In: Funkschau nr. 14, Berlin, 1963, p. 405.
 - • • Allgemeine Einbauhinweise und vorläufige Lötvorschriften für Halbleiter. In: Radio und Fernsehen, nr. 21, Berlin, 1961, p. 647—649.
 - • • Lötzinn Landgerecht, Funkschau nr. 2, Berlin, 1963, p. 49.
 - • • Rohrnieren für gedruckte Leiterplatten. In: Funkschau, nr. 3, Berlin, 1964, p. 73.
 - • • Lötstützpunkte und Miniaturschaltungen. In: Funkschau, nr. 7, Berlin, 1963, p. 185.

TABLA DE MATERIE

I. Bazele teoretice ale lipirii.....	3
1. Interacțiunea dintre aliajul de lipit și metalul de bază....	3
2. Fenomene de capilaritate care se produc în timpul lipirii	6
3. Structura îmbinării lipite	7
II. Aliaje folosite pentru lipire în montajele radioelectronice.....	9
1. Condițiile care trebuie să îndeplinească un aliaj de lipit	9
2. Clasificarea aliajelor de lipit, caracteristici, proprietăți....	10
3. Aliaje de lipit pe bază de Sn, Pb	14
4. Aliaje de lipit cu consum redus de Sn și adaosuri din alte metale.....	17
III. Fondanți pentru lipire (fluxuri).....	22
1. Rolul fondantului (fluxului) în procesul de lipire.....	22
2. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească fondantul	23
3. Prepararea fondanților	24
4. Aliaje de lipit tubulare	28
IV. Pregătirea pieselor pentru lipire.....	30
1. Pregătirea conductoarelor (conexiunilor)	30
2. Pregătirea pieselor prin degresare, decapare, acoperiri metalice	33
3. Fixarea mecanică a pieselor în montajele clasice și în cele cu circuite imprimate	35
V. Metode de lipire, utilaje, scule și dispozitive folosite.....	39
1. Lipirea cu ciocanul de lipit	39
2. Lipirea în băi de lipire	45
3. Lipirea cu instalații semiautomate (cu jeturi).....	52
4. Lipirea selectivă	55
5. Coroziunea îmbinărilor lipite.....	56
6. Măsuri privind evitarea suprasolicitării termice a pieselor în procesul de lipire	57
VI. Metode de lipire și adaptări constructive pe montaje cu circuite imprimate, recomandate reparatorilor și radioamatorilor....	64
1. Pregătirea și protejarea plăcilor cu circuite imprimate....	65
2. Montarea rezistențelor, condensatoarelor și elementelor semiconductoare	66
3. Montarea pieselor cu armături.....	68
4. Borne de legătură și contacte.....	73
5. Montarea tuburilor electronice pe plăci cu circuite imprimate	77

6. nlocuirea pieselor în montaje	78
7. Defecte ascunse și remedierea lor	80
VII. Controlul calității lipiturilor	81
1. Controlul preventiv	81
2. Controlul între faze	82
3. Controlul final	85
VIII. Tehnica securității muncii în procesul de lipire pe montaje radioelectronice	86
1. Măsuri de protecție în procesul de pregătire a pieselor pen- tru lipire	87
2. Măsuri cu protecție în procesul de lipire propriu-zisă	88

Redactor responsabil: Ing. VARIA MIHAI
Tehnoredactor: NEGREANU BETTY

*Dați la cules 20.07.1964. Bun de tipar 11.09.1964. Apărut 1964.
Fîraj 20000+140. Brosat. Hîrle semi velină de 60 g/m².
540x840/16. Coli editoriale 5,01. Coli de tipar 5,75.
A. 10586/1964. C. Z. pentru bibliotecile mari 621.791.
34: 621.356. C. Z. pentru bibliotecile mici 621.*

Tiparul executat la Intreprinderea Poligrafică
„13 Decembrie 1918”, str. Grigore Alexandrescu nr. 93-95.
București - R.P.R. comanda nr. 1563